

VTT Technical Research Centre of Finland

Joukkoliikenteen matkatietopalveluiden digitaalinen infrastruktuuri

Pihlajamaa, Olli; Lahti, Janne; Heino, Immo; Lusikka, Toni

Published: 26/10/2020

Document Version
Publisher's final version

[Link to publication](#)

Please cite the original version:

Pihlajamaa, O., Lahti, J., Heino, I., & Lusikka, T. (2020). *Joukkoliikenteen matkatietopalveluiden digitaalinen infrastruktuuri: Selvitys kehittämistarpeista ja -toimista*. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Research Report No. VTT-R-01216-20



VTT
<http://www.vtt.fi>
P.O. box 1000FI-02044 VTT
Finland

By using VTT's Research Information Portal you are bound by the following Terms & Conditions.

I have read and I understand the following statement:

This document is protected by copyright and other intellectual property rights, and duplication or sale of all or part of any of this document is not permitted, except duplication for research use or educational purposes in electronic or print form. You must obtain permission for any other use. Electronic or print copies may not be offered for sale.



Joukkoliikenteen matkatietopalveluiden digitaalinen infrastruktuuri –

Selvitys kehittämistarpeista ja -toimista

Kirjoittajat: Olli Pihlajamaa, Janne Lahti, Immo Heino, Toni Lusikka

Luottamuksellisuus: Julkinen

Raportin nimi Joukkoliikenteen matkatietopalveluiden digitaalinen infrastruktuuri – Selvitys kehittämistarpeista ja -toimista		
Projektin nimi Multimodaalisen Joukkoliikenteen Digitaalinen Infrastruktuuri	Projektin lyhytnimi MJD1	
Raportin laatija(t) Olli Pihlajamaa, Janne Lahti, Immo Heino, Toni Lusikka	Sivujen/liitesivujen lukumäärä 113/24	
Avainsanat matkatieto, matkatietopalvelut, joukkoliikenne	Raportin numero VTT-R-01216-20	
Tiivistelmä <p>Tämä selvitys toteutettiin yhteisrahoitteisena tutkimushankkeena. Rahoittajina toimivat Oy Matkahuolto Ab, Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, TVV Lippu- ja maksujärjestelmä Oy, Helsingin Seudun Liikenne -kuntayhtymä ja Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Tutkimushankkeen ohjausryhmä koostui rahoittajien edustajista.</p> <p>Selvityksen tavoitteena oli ymmärtää, miten Suomessa koko maan ja kaikki liikennepalvelut kattava matkatieto ja siihen liittyvät palvelut voitaisiin tuottaa entistä paremmalla palvelutasolla. Selvitys toteutettiin laajan kirjallisuuskatsauksen sekä useiden haastatteluiden avulla. Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina.</p> <p>Lopputuloksena muodostui selvitys Suomen digitaalisen matkatietoinfrastruktuurin nykytilanteesta, haasteista, tulevaisuuden tavoitteista sekä toimintamalleista ja toimenpiteistä tavoitetilan saavuttamiseksi sisältäen suuntaa-antavan tarkastelun toimenpiteiden edellyttämästä resursoinnista ja jalkauttamisesta.</p> <p>Tämä selvitys ei edusta minkään tässä selvityksessä mainitun tai siihen panoksensa antaneen organisaation virallista näkemystä, vaan on VTT:n hanketyöryhmän tekemä synteesi hankkeen aikana kerätyistä tiedoista ja näkemyksistä. Tämän selvityksen tarkoituksena on olla monista eri lähteistä ja tarkastelukulmista matkatietoinfrastruktuuriin liittyviä asioita yhteenkokoava tietolähde nykytilanteen analyysiä, tavoitetilan muotoilua sekä organisoitumismalleja ja keinoja tavoitteiden saavuttamiseksi.</p>		
Luottamuksellisuus	Julkinen	
Espoo 19.10.2020		
Laatija  Olli Pihlajamaa, Senior Scientist	Tarkastaja  Jenni Eckhardt, Research Team Leader	Hyväksyjä  Ismo Vessonen, Co-Creation Manager
VTT:n yhteystiedot VTT, PL 1000, 02044 VTT		
Jakelu Julkinen, julkaistu VTT:n tutkimustietojärjestelmässä.		
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.		

Alkusanat

Tämä selvitystyö, Multimodaalisen Joukkoliikenteen Digitaalinen Infrastruktuuri (MJDI), lähti tarpeesta ymmärtää, miten koko maan ja kaikki liikennepalvelut kattava matkatieto ja siihen liittyvät matkatietopalvelut saataisiin tuotettua entistä paremmalla palvelutasolla kaiken tyyppisille käyttäjille. Matkahuollolle tämä kysymys oli heidän palveluiden kehittämisen kannalta yksi avainkysymyksiä ja myös Suomessa Digitransit-yhteistyöllä palveluja tarjoavat Helsingin Seudun Liikenne -kuntayhtymä, TVV Lippu- ja Maksujärjestelmä Oy sekä Liikenne- ja viestintävirasto Traficom olivat halukkaita selvittämään, miten Suomen matkatietopalvelut saataisiin järjestettyä nykyistä paremmin ja kattavammin.

VTT:n lisäksi edellä mainitut organisaatiot rahoittivat tätä VTT:n toteuttamaa selvitystyötä ja muodostivat ohjausryhmän ohjaamaan sen edistymistä. Hankkeen rahoittajien lisäksi lähteinä hyödynnettiin mm. kirjallisuutta, raportteja, standardeja, selvityksiä ja lakitekstejä perusteluineen sekä haastateltiin joukko hankkeen ulkopuolisia tahoja.

Lopputuloksena muodostui selvitys Suomen digitaalisen matkatietoinfrastruktuurin nykytilanteesta, haasteista, tulevaisuuden tavoitteista sekä toimintamalleista ja toimenpiteistä tavoitetilan saavuttamiseksi sisältäen suuntaa-antavan tarkastelun toimenpiteiden edellyttämästä resursoinnista ja jalkauttamisesta.

Tämä selvitys ei edusta minkään tässä työssä mainitun tai siihen panoksensa antaneen organisaation virallista näkemystä, vaan on VTT:n hanketyöryhmän tekemä synteesi hankkeen aikana kerätyistä tiedoista ja näkemyksistä. Sen sijaan tämän selvityksen tarkoituksena on olla monista eri lähteistä ja tarkastelukulmista matkatietoinfrastruktuuriin liittyviä asioita yhteenko koava paketti nykytilanteen analyysiä, tavoitetilan muotoilua sekä organisoitumismalleja ja keinoja tavoitteiden saavuttamiseksi.

Selvityksen tekijät haluavat kiittää hankkeen rahoittajia sekä kaikkia yhteistyökumppaneita, jotka ovat antaneet tietoa ja arvokkaita mielipiteitä tämän selvityksen sisältöä varten.

Espoo 26.10.2020

Tekijät

Tiivistelmä

Lähtökohdat

Suomessa hallituksen ja viranomaisten tavoitteena on mahdollistaa kestävä, turvallinen ja helppokäyttöinen liikennejärjestelmä, jossa joukkoliikenteellä ja liikenteen palvelullistumisella on kasvava rooli yksityisautoilun korvaajana. Digitaalisen matkatiedon ja siihen perustuvien liikenteen digitaalisten palveluiden merkitys tavoitteiden saavuttamisessa on nähty sekä kansallisella että EU-tasolla niin tärkeäksi, että näiden tietojen avaamista ja hyödyntämistä varten on luotu omaa lainsäädäntöä, standardeja sekä tavoitteita tukevia strategioita ja kehityshankkeita. Matkatieto pitää sisällään joukkoliikenteen toimintaan liittyviä tietoja, kuten reitti-, pysäkki- ja aikataulutiedot sekä poikkeus- ja reaaliaikatie tiedot. Näitä tietoja täydentävät esimerkiksi esteettömyys-, hinta- ja palvelutasotiedot.

Suomessa matkatiedon tuottaminen ja siihen liittyvien palveluiden tarjoaminen on keskittynyt pitkälti kaupunkialueiden joukkoliikenteen tukemiseen. Helsingin Seudun Liikenne -kuntayhtymän (HSL) ja TVV Lippu- ja maksujärjestelmä Oy:n (LMJ) tarjoamien reittioppaiden ja liputussovellusten avulla katetaan iso osa Suomen päivittäisestä matkustamisesta. Tämän lisäksi Matkahuolto tuo pitkän matkan ja maaseudun sekä monien merkittävien kaupunkiseutujen (esim. Kokkola, Savonlinna, Kemi-Tornio ja Riihimäki) bussien palvelut ja matkatiedot matkustajille omien palveluidensa kautta. Osa liikennöitsijöistä tarjoaa omaan liikennöintiinsä liittyvää matkatietoa myös suoraan asiakkailleensa.

Matkatietoon perustuvien palveluiden tarjonnassa sekä teknisessä toteuttamisessa on lisäksi koko joukko toimijoita, jotka tuovat matkatiedot loppukäyttäjille olivat he sitten matkustajia, viranomaisia tai muita matkatiedon hyödyntäjiä erilaisissa tarkoituksissa. Esimerkkeinä matkustajien palveluiden teknisen toteutuksen osalta voidaan mainita mm. CGI, jolla on avoimen lähdekoodin Digitransit-kehityksessä HSL:n johdolla vahva rooli sekä Kyyti Group, joka on rakentamassa Suomen kattavaa reittiopasta ja liputussovellusta Matkahuollolle. Loppukäyttäjien palveluntarjonnan ja sen toteutuksen kartoitus eivät kuitenkaan ole tämän selvityksen keskiössä, vaan painopiste on matkatiedon koonnissa. Siksi matkatietopalveluiden tarjontaa ja niiden toteutusta käsitellään vain esimerkinomaisesti tässä selvityksessä.

VTT on osallistunut matkatietopalveluiden kehittämiseen viime vuosina erityisesti yksilömatkailun näkökulmasta pyrkien luomaan valmiuksia digitaalisille matkatietopalveluille haja-asutusalueilla, joissa joukkoliikenteen matkatiedot ovat heikosti löydettävissä. Kokemukset alueellisista piloteista ovat olleet rohkaisevia, mutta samalla paljastaneet tarpeen matkatiedon digitoinnin sekä syrjäseutujen palveluiden voimakkaaseen kehittämiseen. Erityisesti matkailun näkökulmasta alueelliset ratkaisut eivät kuitenkaan riitä, vaan matkatietoon perustuvien palveluiden tulisi mahdollistaa koko Suomen kattavien, jopa maiden rajat ylittävien, matkaketjujen muodostaminen.

Edellä mainitut matkatiedot ja niihin perustuvat palvelut eivät siis vielä toimi parhaalla mahdollisella tavalla yhteen. Lisäksi osa matkatiedoista on puutteellista tai puuttuu kokonaan. Viranomaisvetoinen tavoite koostaa kaikki matkatieto ja tuottaa sen avulla valtakunnallinen, kattava matkatietopalvelu, matka.fi, on onnistuttu luomaan teknisesti toimivaksi, mutta puutteelliseksi jääneen sisällön vuoksi sen käyttö ja hyödyt eivät ole olleet toivottuja. Valtakunnallisen viranomaisvetoisen reittioppaan kehittämiseen ei ole enää nähty aihetta panostaa suuremmassa määrin. Sen sijaan, irrotettuna valtakunnallisesta reittioppaan tarjoamisesta, matkatiedon koostaminen ja avaaminen helposti hyödynnettävään muotoon nähdään edelleen tärkeänä.

Tavoitetila

Matkatietojen kattavuus, laadukkuus ja koonti helposti hyödynnettävään muotoon laadukkaiden matkatietopalveluiden mahdollistamiseksi ja tätä kautta joukkoliikenteen osuuden kasvattaminen ihmisten liikkumisessa on perimmäinen tavoitetila. Kuluttajille suunnattujen palveluiden lisäksi liikenteenharjoittajat ja muut matkatiedon tuottajat tarvitsevat selkeän koontiympäristön, standardit ja ohjeistukset sekä työkalut laadukkaasti matkatiedon tuottamiseen kaikkien

osapuolten käyttöön. Kattava matkatieto tarvitaan myös viranomaisten ja muiden tahojen monitoroinnin, analyysin ja suunnittelun pohjaksi.

Tavoitetilassa matkatiedon halutaan olevan osana digitaalisen tiedon markkinoita eri palveluntarjoajien hyödynnettävissä. Julkisen panostuksen toivotaan pysyvän kohtuullisena ja suuntautuvan ohjaamaan digitaalisten matkatietopalveluiden syntymistä mahdollisimman paljon markkinavoimin. Toisaalta viranomaisten tehtävänä on huolehtia siitä, että lainsäädäntö, suositukset, oikeudenmukaisuus ja tasapuolisuus tulevat matkatietoon liittyvissä palveluissa ja toiminnoissa huomioitua.

Matkatiedon koonnin organisointi

Matkatietojen koonti voidaan organisoida eri tavoin. Esimerkiksi Norjassa se tapahtuu keskitetysti valtion omistaman yrityksen toimesta, sen siihen luoman digitaalisten palveluiden ja järjestelmien avulla noudattaen eurooppalaista standardointia. Julkisivetoinen ja -rahoitteinen malli on yksi neljästä tässä selvityksessä analysoiduista organisoitumismalleista. Muita käsiteltyjä malleja ovat markkinavetoinen malli ilman keskitettyä matkatiedon koontia, markkinavetoinen keskitetty matkatiedon koonti sekä hybridimalli, jossa yksityinen ja julkinen sektori toteuttavat matkatiedon koonnin yhdessä.

Ajatus mallista, jossa standardin mukainen tietojen jakaminen kansallisen yhteyspisteen avulla mahdollistaisi helpon koonnin kenelle tahansa toimijalle, nousee esiin mm. uuden kansallisen liikennepalvelulain perusteluissa. Tämä malli ei ole osoittautunut käytännössä kuitenkaan riittäväksi, vaan tarvitaan toimija, joka koostaa eri lähteistä tulevat tiedot yhteensopivaksi ja laadukkaaksi tietopaketti. Näin ollen selvityksessä katsottiin, että markkinavetoinen malli ilman koontia ei takaa tavoiteltua tilaa matkatiedon tarjonnassa.

Kolme muuta mallia sisältävät matkatiedon keskitetyn koonnin ja laadunvarmistuksen, jotka nähtiin tarpeelliseksi tavoitetilan saavuttamiseksi. Norjassa onnistuneesti toteutetun kaltaisen julkisivetoisen koontiratkaisun edut liittyvät puolueettomaan ja matkatietopalveluiden syntymistä edesauttavaan digitaaliseen ympäristöön, johon kansalliset linjaukset lainsäädännön ja standardoinnin osalta niveltävät saumattomasti. Merkittävän julkisen panostuksen lisäksi riskinä ovat poliittisen ohjauksen vaihtuvat prioriteetit ja ketteryyden puute. Lisäksi osaamisen jalkautuminen digitaalisen matkatiedon osalta eri toimijoille voi kärsiä tässä mallissa.

Markkinavetoinen koonti on houkutteleva vaihtoehto, jos sitä katsoo julkisen panostuksen tarpeen näkökulmasta. Lisäksi markkinavetoisessa mallissa toimijan käyttäessä koontidataa omiin tarkoituksiinsa, voidaan suurella todennäköisyydellä varmistua tiedon laadusta. Hinnoittelu, tasapuolisuus ja toimijan omat intressit matkatiedon tarjonnassa ja sen kehittämisessä voivat kuitenkin olla ristiriidassa muiden toimijoiden näkemysten kanssa. Kestävän liiketoimintamallin löytäminen voi myös olla haastavaa ilman subventointia.

Selvityksessä eniten puoltaa saa hybridimalli, jossa joukko keskeisiä matkatietotoimijoita, julkisen taho mukaan luettuna, organisoituvat kollektiiviseksi toimijaksi. Tämä voi tapahtua muodostamalla yritys, jonka osakkaita toimijat ovat (kuten Samtrafiken Ruotsissa) tai jokin muu juridinen kokonaisuus, jossa luodaan selkeät pelisäännöt päätöksenteosta, toiminnasta ja rahoituksesta. Tämä malli parhaimmillaan yhdistäisi markkina- ja julkisivetoisen mallin hyviä puolia. Yhteisten pelisääntöjen luominen ja mahdollisesti ristiriitaisten näkemysten ratkaiseminen voi kuitenkin muodostaa haasteita.

Avoimen lähdekoodin ratkaisu tekniseksi lähtökohdaksi?

Suomessa keskeisimmät matkatietojärjestelmät perustuvat HSL-vetoiseen Digitransit-yhteistyöhön, jossa hyödynnetään avoimen lähdekoodin OpenTripPlanner (OTP) -pohjaista ratkaisua. OTP on avoimen lähdekoodin reititysmoottori, joka tarjoaa joukon matkansuunnitteluun liittyviä palveluja, kuten multimodaalinen osoitteesta-osoitteeseen reititys, sekä pysäkki- ja linjahaut. Norjan kansallinen malli Enturin vetämänä on perustanut oman ratkaisunsa OTP:n myöhempään 2. versioon (OTP2) ja kehittänyt sitä tukemaan mm. eurooppalaista Transmodel-pohjaista standardointia. HSL:llä on myös suunnitelmia modernisoida omat matkatietopalvelunsa ajan kuluessa OTP2-pohjaiseksi. Norjalaisten ratkaisuun kuuluu myös pysäkkirekisteri

ja Transmodel-standardointia noudattavat Chouette-pohjaiset digitointivälineet sekä reitti- ja aikataulutietokanta – kaikki saatavilla avoimen lähdekoodin periaatteella myös muille hyödyn-
täjille.

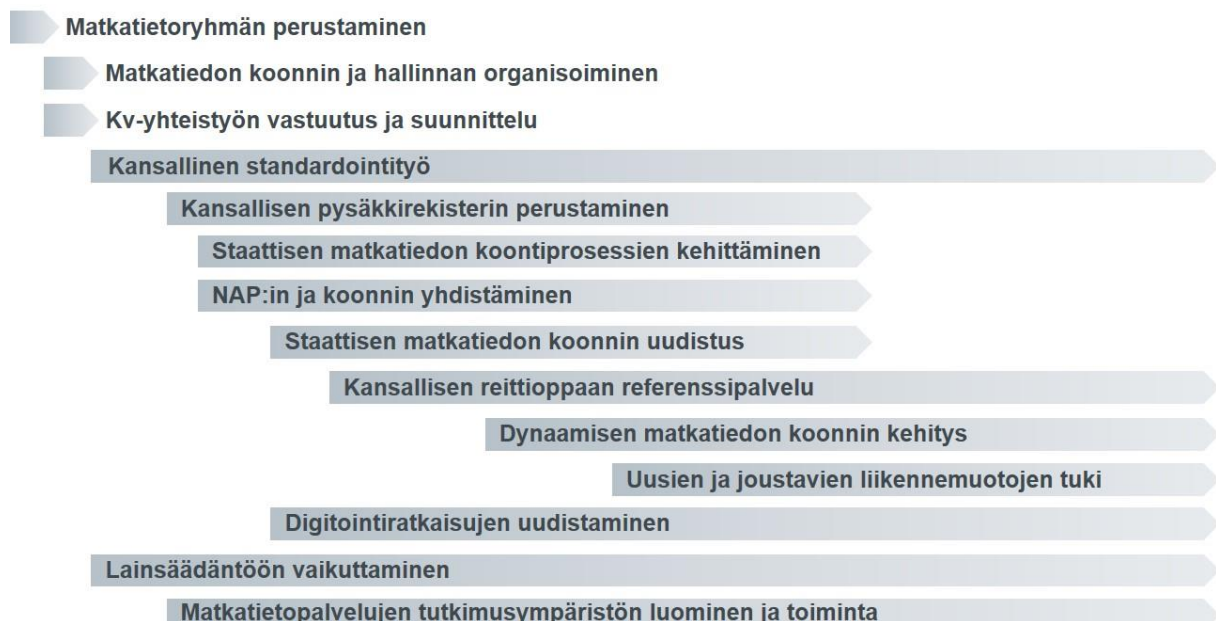
Edellä mainituista syistä tässä selvityksessä on tarkasteltu kansallisen digitaalisen matkatie-
toinfrakstruktuurin teknistä toteutusta Norjan ratkaisua esimerkkinä käyttäen sekä sitä Suomen
oloihin sovellettuna. Näin Digitransit-kokemus ja -osaaminen sekä olemassa olevat koontipal-
velut olisivat mahdollisimman helposti laajennettavissa uudeksi modernisoiduksi kokonaisrat-
kaisuksi.

Lisäksi avoimen ja modulaarisen matkatie-toinfrakstruktuurin etu suljettuihin kokonaisratkaisui-
hin voi muodostua merkittäväksi ratkaisun kestävyuden kannalta. Ratkaisua ei tällöin tarvitse
sitoa vain yhden toimijan ylläpidettäväksi ja kehitettäväksi, vaan esimerkiksi toimintoja voidaan
jakaa eri toimijoille, kun huolehditaan rajapintojen selkeistä määrittämisistä. Lisäksi avoimeen
ratkaisuun perustuvien järjestelmien vastuutahoja voidaan tarvittaessa kilpailuttaa ja vaihtaa
ajan kuluessa.

Ehdotuksia kehittämistoimenpiteiksi

Toimenpiteet tavoitetilan saavuttamiseksi eivät rajoitu teknisen ympäristön modernisointiin
vaan vaativat koko joukon muitakin toimenpiteitä. Tässä kehityksessä on syytä muodostaa heti
alkuun valmistelevalle elimeksi keskeisistä toimijoista muodostuva matkatietotyöryhmä, joka
lähtee yhdessä koordinoimaan ja tarkentamaan toimenpiteitä sekä lopulta päättämään matka-
tiedon keräämisen ja koonnin organisoinnista. Ryhmänä toimiminen mahdollistaa eri toimijoi-
den tarpeiden huomioimisen lisäksi paremmin synergiaetujen ja yhteisten toimintamallien hyö-
dyntämisen. Suomessa, pienenä markkina-alueena, ei ole välttämättä resurssiviisasta tehdä
monien eri tahojen toimesta samoja asioita päällekkäin ja vieläpä mahdollisesti yhteensopi-
mattomasti. Toimijoiden yhteinen ekosysteemi ja luottamusverkko sen sijaan muodostavat pa-
remmin mahdollisuudet kustannustehokkaaseen ja parhaimmillaan laajempaan kuin kansalli-
seen toimintaan. Tässä konkreettinen pohjoismainen yhteistyö olisi hyvä alku.

Alla olevassa kuvassa on ryhmitelty otsikkotasolla yhteenveto niistä toimista, joita digitaalisen
matkatie-toinfrakstruktuurin modernisointi sisältää. Toimia jalkauttaessa on syytä kuitenkin rea-
listisesti arvioida, miten polku kohti tavoitetilaa rakennetaan. Perustettavan matkatietoryhmän
tuleekin ensimmäisenä toimenpiteenä tarkentaa alla olevia, tässä selvityksessä hahmoteltuja
toimia osatehtäviksi, joissa polun rakentaminen nykytilanteesta tavoitetilaan onnistuu kohtuul-
lisin voimavaroin ja eri toimijoiden tarpeet ja olemassa olevat ratkaisut huomioiden. Toimet
tavoitetilan saavuttamiseksi muodostavat pitkän aikavälin jatkumon, jossa tavoitetila toimii ma-
jakkana kehityspolulla. On kuitenkin huomattava, että digitaaliset ratkaisut ja liikkumisen pal-
velut kehittyvät vauhdilla koko ajan, ja näin ollen tavoitetilaakin pitää aika ajoin tarkentaa.



Sisällys

Alkusanat	2
Tiivistelmä	3
Sisällys	6
Kuvat	8
Taulukot	9
Käsitteet	10
1 Johdanto	14
2 Työn kuvaus	14
2.1 Työn tavoitteet ja rajaukset	14
2.2 Selvityksessä käytetyt menetelmät ja lähteet	15
2.3 Selvityksen viitekehys	16
2.4 Raportin sisältö	17
3 Lähtötilanne	18
3.1 Tahtotila – toimintakenttä muutoksessa	18
3.2 Standardointi	21
3.3 Lainsäädäntö	28
3.4 Toimijat	34
3.5 Nykyinen toimintamalli Suomessa	40
3.6 Esimerkkejä toimintamalleista muissa maissa	41
3.7 Nykyisen matkatiedon kansallisen koontikannan arkkitehtuuri	44
3.8 Keskeiset tietovarannot	45
3.9 Tiedon tuottamiseen liittyvät keskeiset prosessit	50
4 Kehitystarpeet	55
4.1 Eri toimijoiden tarpeet	55
4.2 Lainsäädännön tuomat vaatimukset	58
4.3 Nykyjärjestelmän ongelmat ja puutteet	59
5 Tavoitetila	63
5.1 Tavoitetila digitaalisten matkatietopalveluiden tuottamiselle	63
5.2 Organisoitumismalleja tavoitetilan matkatietopalveluiden mahdollistamiselle	65
5.3 Matkatiedon tuottaminen	72
5.4 MJDI-työryhmän ehdotus toimintamalliksi Suomeen	73
6 Avoimen lähdekoodin ratkaisu kansallisen koontikantapalvelun pohjaksi	79
6.1 Tavoitetila ja vaatimukset	79
6.2 Norjan malli	82
6.3 Norjan esimerkkimallin soveltaminen Suomessa	91
6.4 Muut järjestelmäkomponentit	97
6.5 Yhteenveto	98
7 Ehdotuksia kehittämistoimenpiteiksi	100

7.1 Toimenpiteet.....	100
7.2 Toimien vaatimat resurssit ja jalkauttaminen.....	105
Lähteet.....	108
Liite 1 : Olennaisten tietojen asetus vs. MMTIS-asetus.....	113
Liite 2 : MMTIS-asetuksen viittaamat metadatavaatimukset	123
Liite 3 : GTFS-standardin tiedostopakettin kuvaus.....	125
Liite 4 : GTFS- ja NeTEx-standardien vertailu.....	126
Liite 5 . Joukkoliikenteen pysäkin tiedot Digiroadissa.....	129
Liite 6 : Norjan matkatietojärjestelmän arkkitehtuuri.....	134
Liite 7 : Enturin tarjoamia elementtejä hyödynnettäväksi	135

Kuvat

Kuva 1. MJDI-projektin aiheet ja painotukset.....	15
Kuva 2. Viitekehys matkatietopalveluiden mahdollistamiselle, toteutukselle ja tarjoamiselle.	16
Kuva 3. Viitekehysten toteutusympäristössä vaadittavia kyvykkyyksiä.....	17
Kuva 4. Megatrendit ja muutosvoimat, jotka vaikuttavat joukkoliikenteen asiakkaisiin ja liikkumispalveluiden järjestäjien toimintaan (Muokattu lähteestä: Oulun joukkoliikenne 2019).	18
Kuva 5. GTFS-standardin rakenne. (Kuva: TransitWiki.org 2020 lisenssillä CC BY-SA 4.0)	22
Kuva 6. GTFS-RT-syötteen rakenne (Muokattu lähteestä: Altman 2011).....	24
Kuva 7. SIRI-standardin mukaiset palvelut (Muokattu lähteestä: Knowles 2008).	25
Kuva 8. ITF:n ehdottama mikroliikkumisvälineiden luokittelu (Muokattu lähteestä: International Transport Forum 2020).	27
Kuva 9. Tietojen vieminen kansalliseen yhteyspisteeseen (Muokattu lähteestä: Laine 2019).	30
Kuva 10. Esimerkkejä julkisen liikenteen toimijoista.....	35
Kuva 12. Toimintaympäristön yleisiä toimijoita.....	36
Kuva 11. Toimintaympäristön julkisia toimijoita.....	36
Kuva 13. Yhteiskunnan järjestämiä kuljetuksia (Muokattu lähteestä: Siirilä ym. 2017).	37
Kuva 14. Esimerkkejä nykyisistä toimijoista ja heidän rooleistaan digitaalisten matkatietopalveluiden mahdollistamisesta ja tarjoamisesta.	38
Kuva 15. Nykytilanteessa käytössä olevia kyvykkyyksiä toimialasektoreittain.....	39
Kuva 16. Nykyinen organisoituminen digitaalisten matkatietopalveluiden tarjoamisessa Suomessa.	41
Kuva 17. Digitaalisten matkatietopalveluiden organisointi Ruotsissa.	42
Kuva 18. Digitaalisten matkustuspalveluiden organisointi Norjassa.	43
Kuva 19. Kansallisen koontikantapalvelun toiminta-arkkitehtuuri.	44
Kuva 20. Keskeisiä matkatietopalveluihin liittyviä tietovarantoja.	45
Kuva 21. Näkymä reitti- ja aikataulueditori (RAE) -työkaluun.	51
Kuva 22. Digitaalisten matkatietopalveluiden markkinavetoinen organisoituminen ilman koontikantaa.....	66
Kuva 23. Digitaalisten matkatietopalveluiden organisoitumismalli, jossa koontipalvelut synnytetään markkinavetoisesti.....	67
Kuva 24. Digitaalisten matkatietopalveluiden organisoituminen, jossa koontipalvelu tarjotaan julkisrahoitteisesti.	69
Kuva 25. Digitaalisten matkatietopalveluiden organisoitumismalli, jossa koontipalvelut luodaan julkisten ja kaupallisten toimijoiden yhteistyöllä.	71
Kuva 26. Vaihtoehtoja järjestelmäarkkitehtuurien malleiksi.	79
Kuva 27. Keskitetty kansallinen koontikanta Norjassa (Muokattu lähteestä: Tryti 2019a).	81
Kuva 28. Korkean tason järjestelmäarkkitehtuuri Norjan koontikantaratkaisussa (Kuva: Tryti 2019a).....	83
Kuva 29. Chouette-ohjelmistoympäristön toiminnallisuudet (Muokattu lähteestä: Transmodel 2020).....	84
Kuva 30. Aikataulu- ja reittitietojen lisäysprosessi.....	86
Kuva 31. Tietovirratt reittitiedoista reititykseen (Muokattu lähteestä: Tryti 2019a).	87
Kuva 32. NSR-järjestelmän tarjoaman pysäkkiaineiston yleisnäkymä OSM-karttapohjalla.	88
Kuva 33. Yksittäisen pysäkin tietoruutu Kartverketin satelliittikuvapohjalla.	89
Kuva 34. Periaatteellinen kaaviokuva NSR-pysäkkietojärjestelmän arkkitehtuurista.	90
Kuva 35. Keskitetyn pysäkkietojärjestelmän periaatteellinen arkkitehtuuri ja sen kytkeytyminen mm. reitti- ja aikataulusuunnittelujärjestelmään.	96
Kuva 36. Ehdotus toimenpiteistä matkatietopalvelujen mahdollistamisen ja matkatiedon koonnin kehittämiseksi.	100

Taulukot

Taulukko 1. NeTEx-standardin rakenne (Arneodo 2015).	23
Taulukko 2. Matkatietopalveluiden tarvitsemien tietojen avaamiseen liittyvät keskeiset lait ja asetukset.	29
Taulukko 3. Nykyisen Digitransit-pohjaisen järjestelmän keskeisten tietovarantojen kuvaus.	46
Taulukko 4. Matkatietojen koontiin liittyviä keskeisiä toimijoita Suomessa.	75
Taulukko 5. Matkatietoon ja sen hyödyntämiseen liittyviä liiketoimintamahdollisuuksia.	77
Taulukko 6. Norjan NeTEx -profiilin komponentit	83
Taulukko 7. Yhteenveto Norjan ratkaisun käyttöönotosta Suomen koontikantapalveluiden pohjaksi.	99

Käsitteet

CSV-tiedostomuoto (Comma-Separated Values): Tekstitiedoston muoto, jossa tietokanta-muotoista taulukkotietoa esitetään selväkielisenä. Siinä taulukkorakenne eri kentät on erotettu erottimilla (usein pilkku) ja taulukon tietueet rivinvaihdolla.

Digiroad: Yleisiä ja yksityisiä teitä sekä katuja koskevat tiedot käsittävä valtakunnallinen tietojärjestelmä ja tietopalvelu. Digiroad perustuu lakiin tie- ja katuverkon tietojärjestelmästä (991/2003). Tietojärjestelmässä ovat koko Suomen tie- ja katuverkon tarkat sijainnit sekä tärkeimmät ominaisuustiedot. www.digiroad.fi (Liikennevirasto 2018)

Digitransit: Digitransit on Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymän (HSL), Liikenneviraston ja TVV Lippu- ja maksujärjestelmä Oy:n yhteinen hanke, jossa toteutetaan avoin kansallinen reit-tiopus. <https://digitransit.fi/> (Liikennevirasto 2018)

Dynaaminen tieto tai data: Liikenne- ja matkatietopalveluiden kontekstissa usein tai sään-nöllisesti muuttuva tietoa tai dataa (MMTIS-asetus 2017).

Esteettömyys: Käsite viittaa fyysisen ympäristön suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon siten, että se on mahdollisimman hyvin kaikkien ihmisryhmien saavutettavissa.

ETL (Extract, Transform, Load): Tiedon kerääminen, muuntaminen ja lataaminen. ETL-pro-cessilla viitataan toimintojen sarjaan, jossa tietoja kerätään useista eri tietolähteistä validoiden se (extract); siivotaan, muokataan, korjataan ja yhdistellään tiedot (transform); sekä ladataan kohdetietovarantoon (load).

GeoJSON: JSON-tiedostomuotoon pohjautuva yksinkertaisia maantieteellisiä piirteitä ja niihin liittyviä paikkatietoja kuvaamaan tarkoitettu tiedostomuoto.

GTFS (General Transit Feed Specification): Googlen luoma tiedonvälitysformaatti joukkoliikenteen staattisen pysäkki-, reitti- ja aikataulutiedon välittämiseen.

GTFS-RT (GTFS Realtime): Googlen kehittämä laajennus GTFS-tiedonsiirtoformaattiin liit-tyvä laajennus, joka on tarkoitettu joukkoliikenteen reaaliaikatieiden välittämiseen.

GTFS-Flex: GTFS-tiedonsiirtoformaatin laajennus, joka on tarkoitettu joustavien (esimerkiksi kutsuohjautuvien ja vaihtelevareittisten) liikennepalveluiden kuvaamiseen.

Henkilöliikenne: Henkilöiden liikkumista paikasta toiseen. Esimerkiksi kävely, pyöräily, henkilöautoliikenne, linja-autoliikenne, henkilöjunaliikenne ja matkustajalentoliikenne ovat henki-löliikennettä.

Henkilökohtainen liikennemuoto (Personal transport mode): EU-lainsäädännössä suo-menkielisessä virallisessa käännöksessä käytetty termi liikennemuodon tyypistä, johon liiken-nepalveluista esimerkkinä on mainittu: henkilöauto, moottoripyörä ja polkupyörä. (MMTIS-asetus 2017)

IFOPT (Identification of Fixed Objects in Public Transport): Eurooppalainen CEN (Comité Européen de Normalisation, *European Committee for Standardization*) -organisaation standar-doima tietomalli julkisen liikenteen kuvauksessa tarvittavien fyysisten objektien (pysäkit ja muut liityntäpisteet, kohteet, topografiset paikkatiedot sekä em. objektien ylläpidon organi-sointi) kuvaamiseen.

Jaettu liikkuminen: Yleiskäsite erilaisille liikennevälineiden yhteis- tai jaettuun käyttöön pe-rustuville palveluille. Jaetun liikkumisen palveluiksi voidaan luokitella esimerkiksi yhteiskäyttö-autot, kaupunkipyörät, kimpakyydit ja kutsuliikenne. (Liikennevirasto 2018)

Joukkoliikenne: Henkilöiden kuljettamista suurille henkilömäärille tarkoitetuilla liikenneväli-neillä. Tavallisesti joukkoliikenne on kaikille avointa reitti- ja aikataulusidonnaista linja-auto- tai raideliikennettä. Joukkoliikenteen vastakohta on yksilöliikenne, mikä tarkoittaa henkilöliiken-nettä yhden tai muutaman henkilön kuljettamiseen tarkoitettulla liikennevälineellä, kuten tak-silla. (Liikennevirasto 2018)

JSON (JavaScript Object Notation): Yksinkertainen (nimestään huolimatta JavaScriptistä riippumaton) avoimen standardin paljon käytetty tiedostomuoto tiedonvälitykseen (Json.org 2020).

Julkinen liikenne: Yleiskäsitteenä julkinen liikenne on henkilöliikennettä, joka tapahtuu kaikille avointa tai saatavissa olevaa kuljetuspalvelua tai jaetun liikkumisen palvelua käyttäen. Julkinen liikenne voi olla aikataulunmukaista liikennettä, tilausliikennettä tai kutsuliikennettä. Yleisesti käytettävissä olevien joukko- ja taksiliikennepalveluiden lisäksi esimerkiksi koulukuljetukset ja muut kuntien henkilökuljetukset ovat julkista liikennettä, jos ne ovat kaikille avoimia. (Liikennevirasto 2018)

Julkinen henkilöliikenne: EU:n palvelusopimusasetuksessa määritelty yleistä taloudellista etua koskeva henkilöliikennepalvelu, jota tarjotaan yleisölle yhtäjaksoisesti ketään syrjimättä. Palvelusopimusasetuksen mukaan julkisia henkilöliikennepalveluja voivat tarjota julkiset tai yksityiset yritykset tai julkisyhteisöt. Niitä palvelusopimusasetus kutsuu julkisen liikenteen harjoittajiksi. (Liikennevirasto 2018)

Kalkati, Kalkati.net: Kansallinen koontitietokannan kehityksen yhteydessä kehitetty XML-pohjainen joukkoliikennetiedon siirtoformaatti. (Leskinen ym. 2016) Nimi juontaa juurensa TETRA-ohjelman (1998-2000) projektin nimestä: *Kaikki liikennemuodot kattava liikenteen tietojärjestelmä*.

Kuljetuspalvelut: Kuljetuspalvelulla tarkoitetaan henkilöiden tai tavaroiden kuljettamista ammattimaisesti (Laki liikenteen palveluista 2017).

Kutsuliikenne: Yleistermi tilaukseen perustuville liikennepalveluille, joille on ominaista useiden matkojen yhdistely samaan kuljetukseen. (Liikennevirasto 2018)

Kutsuohjautuva liikenne: Ks. kutsuliikenne.

Kysyntäohjauksinen liikennemuoto (engl. demand-responsive transport mode): EU-lainsäädännössä suomenkielisessä virallisessa käännöksessä käytetty termi liikennemuodon tyyppistä, johon liikennepalveluista esimerkkeinä on mainittu: sukkulabussi, lossi, taksi, yhteiskyyti, autojen yhteiskäyttö, auton vuokraus, kaupunkipyörät, polkupyörän vuokraus. Vrt. *kutsuliikenne*. (MMTIS-asetus 2017)

Liikenne palveluna (MaaS): Liikenne palveluna tarkoittaa yleisesti ajattelutapaa siitä, että liikennejärjestelmässä erilaisten liikenteen palveluiden käyttö lisääntyy ja yleistyy. Yksittäisenä palvelumuotona MaaS (Mobility as a Service) viittaa eri palveluntarjoajien liikkumispalveluista koottuihin palvelukokonaisuuksiin, joita käyttäjä hallitsee puhelimen tai jonkin muun kannettavan laitteen sovelluksen kautta. Liikennepalvelulain käsitteistössä MaaS-palvelu kuuluu yhdistämispalveluihin. (Liikennevirasto 2018)

Liikennepalvelut: Liikennepalvelulla tarkoitetaan julkista tai yksityistä liikenteeseen liittyvää palvelua ja palveluyhdistelmää, jota tarjotaan yleisölle tai yksityiseen käyttöön (Laki liikenteen palveluista 2017).

Liikenteen palvelut: Liikennepalvelulain käsitteistössä liikenteen palveluita ovat liikkumispalvelut ja yhdistämispalvelut (Liikennevirasto 2018). (vrt. Liikennepalvelut)

Liikkumispalvelukatalogi (NAP, National Access Point): Avoin kansallinen yhteyspiste, johon liikkumispalveluiden tuottajat toimittavat tietoja koneluettavista rajapinnoistaan. Tarjoaa pienille toimijoille tietojen digitointi- ja tallennustyökalun olennaisten tietojen rajapintojen avaamiseksi. <https://finap.fi/> (Liikennevirasto 2018)

Liikkumispalvelut: Liikkumispalvelulla tarkoitetaan liikennepalvelua ja siihen välittömästi liittyvää välityspalvelua, tietopalvelua ja pysäköintipalvelua ja muuta tukipalvelua (Laki liikenteen palveluista 2017).

Matkatietopalvelu: Älyliikenteen palvelu, mukaan lukien digitaaliset kartat, joka tarjoaa käyttäjille ja loppukäyttäjille matka- ja liikennetietoja vähintään yhdestä liikennemuodosta (MMTIS-asetus 2017).

Multimodaalinen matkatieto: Staattisesta tai dynaamisesta matka- ja liikennedatasta taikka molemmista johdettua tietoa, jota tarjotaan käyttäjille ja loppukäyttäjille millä tahansa viestintätavalla ja joka kattaa vähintään kaksi liikennemuotoa ja mahdollistaa vertailun liikennemuotojen välillä (MMTIS-asetus 2017).

NeTEx (Network Timetable Exchange): Eurooppalainen CEN (Comité Européen de Normalisation, *European Committee for Standardization*) -organisaation standardoima julkisen liikenteen tiedonvaihdoissa käytettävä tiedonkuvausmuoto.

OpenStreetMap (OSM): Avoin yhteisöprojekti vapaasti muokattavien karttojen luomiseksi.

OpenTripPlanner (OTP): Avoimen lähdekoodin reititysmoottori, joka tarjoaa joukon matkasuunnitteluun liittyviä palveluja, kuten multimodaalinen osoitteesta-osoitteeseen reititys, sekä pysäkki- ja linjahaut.

Puolestadigitointi: Tässä selvityksessä termillä viitataan palveluun, jossa liikennepalvelun digitaalisen kuvauksen tuottaa liikennepalvelun tarjoajan puolesta joku toinen digitointiin erikoistunut taho.

Reaaliaikadata tai -tieto: Dataa tai tietoa, joka toimitetaan saataville välittömästi sen tuottamisen jälkeen.

Saavutettavuus: Termi, jolla viitataan aineettoman ympäristön ja sitä käyttäjille välittävien välineiden suunnitteluun ja toteutukseen siten, että ne mahdollistaisivat tasavertaisesti mahdollisimman monen pääsyn esim. tietoon, palveluihin ja vuorovaikutukseen. Nykyään useimmiten saavutettavuudella viitataan erityisesti kaikille eri käyttäjille soveltuviin digitaalisiin palveluihin, niiden sisältöihin, esitystapoihin sekä järjestelmiin ja välineisiin.

SIRI (Standard Interface for Real-time Information): Eurooppalainen CEN (Comité Européen de Normalisation, *European Committee for Standardization*) -organisaation luoma standardi joukkoliikenteen reaaliaikatiedon välittämiseen.

Staattinen tieto tai data: Liikenne- ja matkatiedon kontekstissa tieto tai data, joka ei muutu lainkaan tai joka ei muutu usein tai säännöllisesti (MMTIS-asetus).

Tietopalvelut: Liikennetiedon tuottamiseen, keräämiseen ja jakamiseen liittyvät palvelut. Liikenteen tietopalveluita ovat esimerkiksi sää-, keli-, liikennevirta- ja häiriötilannetietopalvelut. (Liikennevirasto 2018)

Transmodel: Eurooppalainen CEN (Comité Européen de Normalisation, *European Committee for Standardization*) -organisaation luoma puitemalli julkisen liikenteen matkatiedolle, joka pyrkii tarjoamaan kokonaisvaltaisen käsitelmän ja tietorakenteet matkatiedon esittämiseksi.

VALLU: Valtakunnallinen liikennelupajärjestelmä (VALLU) on ELY-keskusten ja muiden liikennelupa-asioissa toimivaltaisten lupaviranomaisten ylläpitämä ja käyttämä yhteinen rekisteri. VALLU toimii myös ELY-keskusten liikennöintisopimusten hallintajärjestelmänä. VALLU korvataan lähivuosina uusilla tietojärjestelmillä. (Liikennevirasto 2018)

Välityspalvelut: Välityspalveluilla tarkoitetaan kuljetusten välittämistä korvausta vastaan, ei kuitenkaan palvelua, jossa välitetään vain palveluntarjoajan omia kuljetuksia, eikä matkapalveluyhdistelmistä annetun lain (901/2017) soveltamisalaan kuuluvia matkapaketteja tai yhdistettyjä matkajärjestelyjä (Laki liikenteen palveluista 2017).

Yhdistetyt liikkumispalvelut: Yleistermi erilaisten liikkumispalveluiden yhdistelmille, joita tarjotaan yhdistämispalveluina (Liikennevirasto 2018).

Yhdistämispalvelut: Yhdistämispalvelulla tarkoitetaan matkaketjujen ja muiden palvelukokonaisuuksien muodostamista korvausta vastaan yhdistelemällä eri palveluntarjoajien liikkumispalveluja, ei kuitenkaan matkapalveluyhdistelmistä annetun lain soveltamisalaan kuuluvia matkapaketteja tai yhdistettyjä matkajärjestelyjä (Laki liikenteen palveluista 2017).

Yhteyspiste: Digitaalista rajapintaa, jossa ainakin staattinen matkadata ja aiempi liikennedata sekä niitä vastaava metadata asetetaan käyttäjien saataville niiden uudelleenkäyttöä varten,

tai jossa tämän datan lähteet ja metadata asetetaan käyttäjien saataville sen uudelleenkäyttöä varten (MMTIS-asetus 2017). Vrt. Liikkumispalvelukatalogi.

Yksilöliikenne: Henkilöliikennettä yhden tai muutaman henkilön kuljettamiseen tarkoitetulla liikennevälineellä, kuten taksilla. (Liikennevirasto 2018)

ZIP-tiedostomuoto: Tiedoston pakkaukseen käytetty, alun perin PKWARE-yhtiön Phil Katzin kehittämä tiedostomuoto.

1 Johdanto

Laadukkaat ja ajantasaiset digitaaliset matkatiedot ja niitä hyödyntävät digitaaliset palvelut ovat Suomessa nykyään monin paikoin, erityisesti kaupunkialueilla, erottamaton osa joukkoliikenteen palveluita. Ne ovat tärkeässä asemassa, kun joukkoliikenteestä pyritään luomaan aito vaihtoehto yksityisautoilulle ja näin muuttamaan liikennejärjestelmiä kestävämpään ja ihmisystävällisempään suuntaan.

Yllä mainittua kehitystä on pyritty tukemaan kansallisin ja EU:n strategioin sekä kirjaamalla näitä tavoitteita aina lainsäädäntöön asti. Tämän lisäksi digitaalisilla palveluilla halutaan luoda lisää liiketoimintaa ja luoda EU:n jäsenmaiden rajat ylittäviä markkinoita edellyttämällä tietojen avaamista ja luomalla standardeja avattavia tietoja varten.

Suomessa ollaan oltu matkatietopalveluiden osalta pitkään maailman kärkijoukkoa, ja esimerkiksi Helsingin seudun matkatietopalveluita voi hyvinkin verrata minkä tahansa muun alueen vastaaviin palveluihin häpeilemättä. Kansallisella tasolla Suomessa on kuitenkin jääty kehityksessä paikalleen tai siilouduttu rajoitettuihin palvelukokonaisuuksiin huolimatta viranomaisten pyrkimyksistä luoda koko maan kattava matkatiedon koonti ja siihen perustuva reittiopas.

Tässä selvityksessä pyritään tuomaan näkemystä keskeisten toimijoiden avulla siihen, kuinka matkatietopalvelut mahdollistavan digitaalisen infrastruktuuri saataisiin mahdollistamaan Suomessa koko maan ja kaikki liikkumismuodot kattavat, ja parhaimmillaan rajat ylittävät, matkaketjut. Tässä tavoitteessa tärkeänä osana on taata palveluiden jatkuvuus, edelleen kehittäminen sekä reilut ja tasapuoliset liiketoimintamahdollisuudet.

2 Työn kuvaus

2.1 Työn tavoitteet ja rajaukset

Työn tavoitteena on ollut luoda ymmärrys joukkoliikenteen digitaalisten matkatietopalveluiden mahdollistajien nykytilasta Suomessa ja pohtia miten tämä digitaalinen infrastruktuuri olisi edelleen kehitettävissä pohjaksi kattaville ja korkean palvelutason tarjoaville matkatietoa hyödyntäville palveluille. Tarkastelu jakautui neljään pääteemaan:

- **Toimintaympäristö**, jossa liikkumispalveluja tarjotaan Suomessa,
- **Toteutusympäristö**, joka antaa tekniset välineet palveluiden toteutukselle ja tarjonnalle,
- **Liikkumisen digitaaliset palvelut**, jotka tuovat liikennepalvelutarjonnan käyttäjille esille digitaalisten palveluiden avulla sekä
- **Liikennepalvelut** tarkoittavat fyysisesti ihmisiä liikuttavia palveluita.

Kaksi ensimmäistä teemaa olivat tämän tarkastelun pääkohteena, kahden jälkimmäisen luodessa tarpeita toiminta- ja toteutusympäristölle. Lähtökohtaisesti tavoitteet jakautuivat seuraavasti:

- Digitaalisten matkatietopalveluiden ekosysteemin kuvaus:
 - Lähtö- ja tavoitetilan selvittäminen,
 - Matkatietopalveluiden tarjoamisen ekosysteemi ja organisointi Suomessa,
 - Kansainvälinen yhteistyö ja yhteensopivuus.
- Palveluarkkitehtuuri ja teknologiakartoitus:
 - Kokonaisarkkitehtuuri käsitteellisellä ja loogisella tasolla,
 - Teknologiaselvitys avoimen lähdekoodin ratkaisusta,

- Avoimet aihiot digitointityökaluiksi,
- Standardien tarkastelu.

Projektin edetessä ohjausryhmätyöskentelyssä tietyt aiheet painoutuivat ja raportin sisältö muotoutui näiden painotusten mukaan. Kuva 1 kokoaa yhteen niitä teemoja, jotka nousivat keskiöön (vahvennetut teemat kuvan keskiössä).



Kuva 1. MJDI-projektin aiheet ja painotukset

Rajauksissa päätettiin jättää vähemmälle huomiolle mm.:

- Loppukäyttäjien palveluiden lähempi tarkastelu ja kuvaaminen,
- Maksu- ja lippujärjestelmät,
- Joustavien liikkumispalveluiden tarvitsemat digitaaliset valmiudet,
- Tarkemmat vaatimukset reaaliaikaominaisuuksista.

Edellä mainittujen aiheiden selvityksen pohjalta keskeisiksi tavoitteiksi nousivat konsensus tavoitetilasta, tavoitetilan saavuttamiseen tarjolla olevat organisoitumismallit ja niistä perustellusti mielekkäimmän valinta sekä tavoitetilan saavuttamiseen vaadittavat toimenpiteet.

2.2 Selvityksessä käytetyt menetelmät ja lähteet

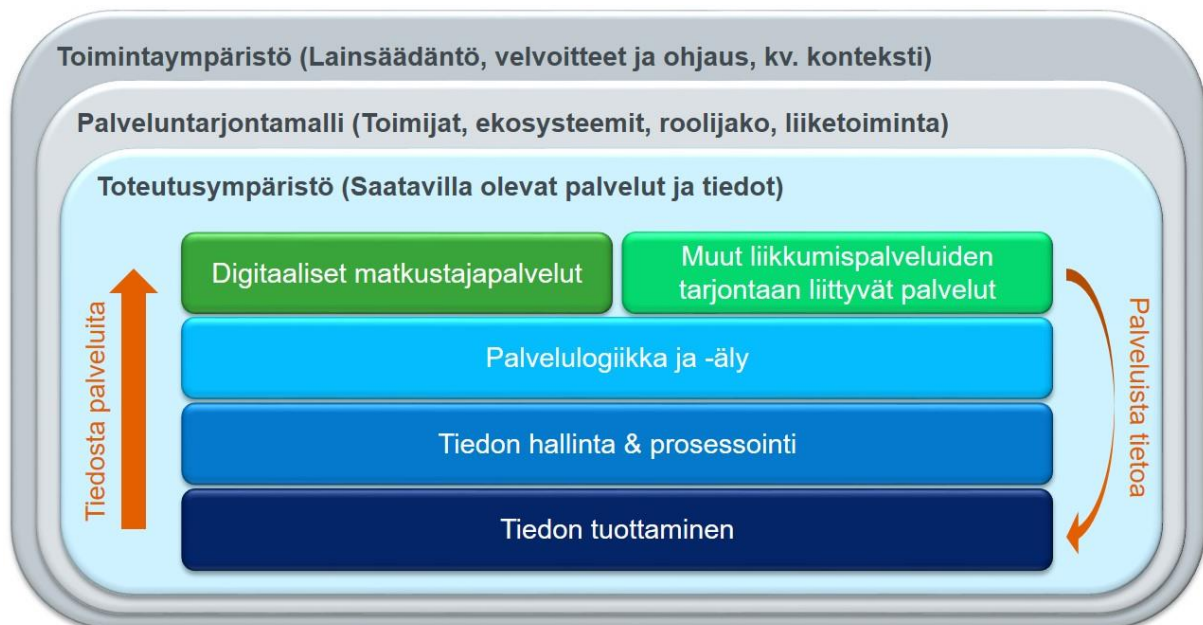
Tämän selvityksen taustatyönä on luotu katsaus lukuisiin raportteihin, artikkeleihin sekä lakiteksteihin (niiden perusteluineen), jotka valaisevat nykykuvaa ja viitoittavat tietä tarpeisiin ja vaatimuksiin. Tämän lisäksi on haastateltu valittuja keskeisiä toimijoita ja vaikuttajia: *Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM)*, *TVV Lippu- ja maksujärjestelmä (LMJ)*, *Matkahuolto*, *Liikenne- ja viestintävirasto Traficom (Traficom)*, *Helsingin seudun liikenne (HSL)*, *Traffic Management Finland Group (TMFG)*, *Taksiliitto / Taksikuutio* ja *Skedgo*. Lisäksi tietoa on saatu *Enturilta* Norjassa tehtyihin ratkaisuihin ja valittuun toimintamalliin liittyen sekä *Open Mobility Data in the Nordics (ODIN)* -ryhmältä pohjoismaiseen yhteistyöhön matkatietoon perustuvien palveluiden mahdollistamisessa.

2.3 Selvityksen viitekehys

Selvitystä jäsentämään luotiin viitekehys, jossa digitaalisten matkatietopalveluiden mahdollistaminen, toteutus ja tarjoaminen on mallinnettu eri palvelukerroksien avulla 3-tasoisessa kontekstihierarkiassa (ks. Kuva 2).

Viitekehyksessä sisimpänä oleva *toteutusympäristö* koostuu erilaisista palveluista, ohjelmistoista, järjestelmistä ja tietovarannoista, jotka puolestaan ovat erilaisin teknologiaratkaisuin toteutettuja. Tämä toteutusympäristö mahdollistaa suoraan digitaalisten matkatietopalveluiden keskeiset elementit:

- *Loppukäyttäjien palvelut*, joihin kuuluvat sekä matkustajille, että muille tahoille tarjottavat matkatietoa hyödyntävät palvelusovellukset ja käyttöliittymät. Loppukäyttäjällä tässä viitataan matkatietoa hyödyntävän palvelun tai sovelluksen käyttäjään, oli sitten kyseessä reittiopasta käyttävä matkustaja tai vaikkapa matkatietoa sovelluksen avulla analyysoiva liikennetutkija.
- *Palveluäly ja -logiikka*, joka luo loppukäyttäjien palveluille toimintalogiikan ja pohjan loppukäyttäjien palveluiden toiminnolle.
- *Tiedon hallinta ja prosessointi*, joka mahdollistaa tiedon keräämisen, esiprosessoinnin, varastoinnin sekä kysely- ja reaaliaikarajapintojen tarjoamisen palveluiden (logiikkakerroksen) käyttöön.
- *Tiedon tuottaminen*, joka sisältää palvelut ja ohjelmistot digitaalisen matkatiedon, kuten esimerkiksi pysäkki-, reitti- ja aikataulutiedon, tuottamiseksi palveluiden hyödyntämiin tietovarastoihin ja -rajapintoihin.



Kuva 2. Viitekehys matkatietopalveluiden mahdollistamiselle, toteutukselle ja tarjoamiselle.

Kuva 3 tarkentaa esimerkein toteutusympäristössä eri palvelu- ja toimintakerroksissa vaadittavia kyvykkyyksiä. Tämän selvityksen painopiste on matkatiedon hallinnassa ja prosessoinnissa, joka luo pohjan matkatietopalveluiden rakentamiselle.

Näiden viitekehysten toteutusympäristön kerrosten ja kyvykkyyksien läpi siis virtaa alhaalta ylöspäin palveluihin digitoitu reitti- ja aikataulutieto sekä kaikki se muu tieto, mitä tarvitaan palveluiden rakentamiseksi. Toisaalta itse palveluista ja niiden käytöstä (esim. käyttäjien tuottama tieto, lippujärjestelmät jne.) syntyy (usein reaaliaikaista) tietoa, joka toimii osana tiedon tuottamista.

Palveluntarjontamalli määrittelee sen millaisessa toimijaekosysteemissä palvelut ja niiden mahdollistaminen tarjotaan. Siinä tunnistetaan tarvittavat kyvykkyudet, toimijat ja niiden roolit sekä mahdollinen liiketoimintapotentiaali.

Kaikkea edellä mainittua säätelee *toimintaympäristön* tuoma ohjaus ja rajoitteet. Lainsäädäntö, toimijoiden velvoitteet, poliittinen ohjaus, vallitsevat megatrendit ja muutosvoimat, kulluttajien kysyntä ja tarpeet sekä kansainvälinen konteksti ovat esimerkkejä toimintaympäristön tuomasta ohjauksesta ja rajoitteista.



Kuva 3. Viitekehyksen toteutusympäristössä vaadittavia kyvykkyyskä.

2.4 Raportin sisältö

Raportti alkaa lähtötilanteen analyysistä, jonka jälkeen pyritään luomaan kuva tavoitetilasta perustuen keskusteluihin keskeisten toimijoiden kanssa sekä eri lähteiden tarkasteluun. Luvussa 3, lähtötilanteen tarkastelussa kuvataan tärkeimpiä kansallisessa toimintaympäristössä vaikuttavia tekijöitä, kuvataan lyhyesti kansainvälinen kehys matkatietopalveluiden järjestämisessä sekä esitellään toimintaan vaikuttavaa lainsäädäntöä.

Tätä seuraa toimijakentän kuvaus, jossa keskitytään kuvaamaan digitaalisten matkatietopalveluiden tarjoamiseen keskeisesti liittyviä toimijoita. Sen lisäksi luodaan katsaus myös laajemmin liikkumispalveluihin ja niiden ohjaamiseen liittyviin toimijoihin. Tämän hetken toiminnan organisoitumista kuvataan yksinkertaistetussa toiminta-arkkitehtuurissa, jonka jälkeen kuvataan matkatietopalveluiden järjestämiseen liittyviä kyvykkyyskä, keskeisiä tietovarastoja sekä keskeisiä tietovirtoja ja prosesseja.

Luvussa 4 tarkastellaan eri käyttäjäryhmien keskeisiä tarpeita ja nostetaan esiin nykytilanteeseen liittyvät haasteet ja ongelmat digitaalisten matkatietopalveluiden tuottamisessa. Lisäksi nostetaan esiin tarpeita, jotka liittyvät tulevaisuuden kehittyneempiin matkatietoa hyödyntäviin palveluihin.

Kehitystarpeiden pohjalta luodaan luvussa 5 kuvaus tavoitetilän keskeisten päämäärien kuvaukselle. Tämän jälkeen tarkastellaan erilaisia organisoitumismalleja tavoitetilän päämäärien saavuttamiselle muutaman erilaisen toiminta-arkkitehtuurivaihtoehdon avulla. Edellä mainittuja vaihtoehtoja täydennetään lyhyillä kuvauksilla malleista, joilla digitaaliset matkatietopalvelut on mahdollistettu muutamassa muussa Euroopan maassa. Lopuksi perustellaan todennäköisimmin Suomeen soveltuvin malli.

Luvussa 0 esitellään esimerkkinä Enturin työtä Norjassa matkatietopalveluiden digitaalisen infrastruktuurin rakentamisesta avoimeen lähdekoodiin perustuen. Tarkastelemme myös Norjassa tehdyn työn mahdollista hyödyntämistä Suomessa, saaden näin konkreettista ymmärrystä matkatiedon hallinnassa tarvittavien tietojärjestelmien kehittämiseen.

Valitun toiminta-arkkitehtuurin ja avoimen lähdekoodin ratkaisun tarkastelun perusteella kon-
retisoidaan keskeiset toimenpiteet tavoitetilan saavuttamiseksi luvussa 7. Liitteissä esitellään
projektin tarkastelussa syntyneitä tarkentavia aineistoja.

3 Lähtötilanne

3.1 Tahtotila – toimintakenttä muutoksessa

Joukkoliikenteen toimintakenttä on ollut viime vuosina jatkuvassa muutoksessa. Siihen vaikut-
tavat useat eri trendit ja muutosvoimat, joihin lukeutuu muun muassa lainsäädäntö, jota on
uudistettu Suomessa voimakkaasti viime aikoina. Nämä muutokset vaikuttavat merkittävästi
asiakkaisiin ja liikkumispalveluiden järjestäjien toimintaan. Asiakkaiden lisääntyvät vaatimuk-
set ja kohonnut palvelutason tarve voivat aiheuttaa liikkumispalveluiden järjestäjille merkittäviä
kustannuksia ja vaatimuksia palveluiden kehitystyölle. Toisaalta myös lainsäädännön asetta-
mat vaatimukset voivat aiheuttaa muutoksia liikkumispalveluiden järjestäjien toimintaan. Esi-
merkiksi yhtenä uutena vaatimuksena lainsäädäntöön on tullut olennaisten tietojen avaaminen
avoimeen *kansalliseen yhteyspisteeseen (National Access Point, NAP)*. NAP-liikkumispalve-
lukatalogi on osa kokonaisuutta, jonka tavoitteena on aikaansaada helppokäyttöisiä yhdistet-
tyjä informaatio- ja liikkumispalveluita. NAP-palvelu on tarkoitettu liikkumispalveluiden tuotta-
jille ja kehittäjille (NAP Liikkumispalvelukatalogi 2020). Seuraavissa kappaleissa on kuvattu
toimintakentän muutokseen vaikuttavia trendejä ja muutosvoimia sekä lainsäädännön velvoit-
teita että kansainvälistä kontekstia.

3.1.1 Trendit ja muutosvoimat

Nyky-yhteiskunnan yleiset muutosvoimat liittyvät pääasiassa ilmastonmuutokseen, kierto- ja
jakamistalouteen, tiedon lisääntymiseen, ympärivuorokautisuuteen sekä teknologian kehityk-
seen. Kuvaan 4 on koottu liikkumispalveluiden järjestäjiin ja asiakkaiden käyttäytymiseen vai-
kuttavia muutosvoimia ja megatrendejä.



Kuva 4. Megatrendit ja muutosvoimat, jotka vaikuttavat joukkoliikenteen asiakkaisiin ja liikku-
mispalveluiden järjestäjien toimintaan (Muokattu lähteestä: Oulun joukkoliikenne 2019).

Julkisella sektorilla on havaittavissa säästöpainneiden ja ilmastonmuutoksen seurauksena pyr-
kimys liikkumispalveluiden tehostamiseen ja monipuolistamiseen. Lisäksi yksityiseltä sektorilta
odotetaan avoimempia, kustannustehokkaita palveluita sekä yhteentoimivia järjestelmiä. Myös
uudet jakamistalouteen liittyvät palvelut monipuolistavat yksityisen sektorin palvelutarjoamaa.

3.1.2 Valtiovallan linjaukset

Pääministeri Juha Sipilän Hallitusohjelmassa (2015) nostettiin yhdeksi keskeiseksi tavoitteeksi digitaalisen liiketoiminnan kasvu ympäristön luominen. Siinä painotettiin tietojen avaamista ja tietovarantojen parempaa hyödyntämistä uusien liiketoimintaideoiden edellytyksille. Avoimen datan politiikkaa on edistetty jo ennen tätä monin toimin julkishallinnossa liikennesektori mukaan lukien toiveena mm. uuden liiketoiminnan syntyminen. Sipilän hallituksen aikana valmisteltiin uusi Laki liikenteen palveluista (2017) ja sitä tarkentava Olennaisten tietojen asetukset (2017), jolla valtiolta konkretisoi tahtotilansa mm. liikenteen palveluiden sääntelyn purkamisen, markkinavetoisen kehityksen suosimisen sekä digitaalisen matkatiedon avaamisen suhteen. Tietojen avaamisen suhteen tavoitteena oli uusien ja uudenlaisten liikkumispalveluiden sekä yhtenäisten matkaketjujen syntyminen. Liiketoimintaa toivottiin syntyvän mm. uusien digitaalisten yhdistämispalveluiden (kuten MaaS-palveluiden) tarjoajien osalta.

Matkatiedon kokoamista yhden koontipalvelun alle on pidetty jo pitkään hyvänä lähtökohtana, LVM käynnisti jo vuonna 2002 hankkeen joukkoliikenteen koontitietokannan luomiseksi, jonka jälkeen se kilpailutti sen varaan rakennettavan reitityspalvelun. Tämän palvelu sai nimen *matka.fi* ja se otettiin tuotantokäyttöön vuonna 2005. (Bäckström 2012)

Vuosituhan alussa muodostettu näkemys joukkoliikenteen reitti- ja aikataulutiedon koonnista ei ole juurikaan tähän päivään mennessä muuttunut liikennetoimijoiden keskuudessa. Tosin koontipalvelua on pidetty puutteellisenä, koska se ei ole onnistunut kokoamaan tarpeeksi kattavasti ja laadukkaasti kaikkea matkatietoa.

On kuitenkin huomattava, että perustelut hallituksen esityksessä Olennaisten tietojen asetukseksi (HE 161/2016 vp.) nojaavat kansallisen yhteyspisteen kautta löydettäviin koneluettaviin rajapintoihin, joista markkinaehtoiset toimijat voisivat viranomaisen sijaan itse koostaa tarvittavat tiedot.

Kaikkien toimijoiden tahtotila, riippumatta siitä näkemyksestä miten tiedon tuottaminen ja kerääminen organisoidaan, on se, että saataville tarvitaan kattavampi ja laadukkaampi matkatieto palveluiden pohjaksi sekä näkemys siitä, kuinka tätä tietovarantoa ylläpidetään sekä kehitetään jatkuvasti myös tulevaisuuden tarpeita palvelevaksi. Tässä raportissa esitellään erilaisia organisoitumismalleja siitä, kuinka tämä erilaisten toimijoiden näkökulmasta voisi organisoida (ks. luku 5.2). Esitellyt mallit kuvastavat korkealla tasolla sitä, mitä tämän selvityksen läpikäymässä materiaalisissa sekä tehdyissä haastatteluissa ja keskusteluissa on eri osapuolilta noussut vaihtoehtoina esiin.

3.1.3 Eurooppalainen kehys

Euroopan komissio on jo vuosituhan alusta ajanut henkilökuljetuspalveluiden eri liikennemuotoja yhdistäviä älykkäitä palveluita (Euroopan komissio 2001, 2006). Tieto- ja viestintäteknologian painotus EU-strategioissa johti myös älykkäiden liikennejärjestelmien puitteita Euroopan laajuisesti hahmottavaksi ITS-direktiiviksi (2010). Euroopan komissio (2011) painottaa sellaisten älykkäiden järjestelmien luomista, jotka mahdollistavat saumattomien multimodaalisten ovelta ovelle -liikkumispalveluiden kehittämistä. Tavoitteeksi asetettiin yhteentoimivien eri liikennemuodot yhdistävien aikataulu-, matkustajatiedotus- ja verkkovarausjärjestelmien sekä älykkäiden lippupalveluiden luominen. Tähän liittyen valmisteltiin MMTIS-asetus (2017), joka velvoittaa EU-jäsenmaissa toimivat liikennepalvelun tarjoajat avaamaan asetuksessa määritellyt tiedot palveluistaan digitaalisesti hyödynnettävässä ja yhteensopivassa muodossa multimodaalisten matkatietopalveluiden rakentamiseksi. Asetus velvoittaa myös jäsenmaat mahdollistamaan tietojen avaamisen kansallisten yhteyspisteiden kautta.

Multimodaaliset matkatietopalvelut ja matkaketjun osat yhdistävä liputus on ollut pitkään myös erilaisten tutkimusohjelmien ja projektien teema. Tavoitteet ovat olleet usein kunnianhimoisia ja niissä on haettu rajat ylittäviä, jopa Euroopan laajuisia ratkaisuja. Tavoitteisiin liittyy eurooppalainen standardointi (Transmodel-perheen standardit), joiden avulla avattavien tietojen laatu ja yhteensopivuus on tarkoitus varmistaa.

EU:n strategia onkin ollut EU:n sisäisten rajojen ylittävät sisämarkkinat eri toimialoilla, eikä liikennepalvelut ole tässä poikkeus. Tätä pyrkimystä edelleen vahvistaakseen Euroopan komissio (2020) on julkaissut uuden eurooppalaisen datastrategian, jolla pyritään toteuttamaan visio todellisista datan sisämarkkinoista. Tähän strategiaan tulee liittymään rahoitusinstrumentteja strategisilla sektoreilla sekä lainsäädännön uudelleen tarkastelua. Tähän liittyen on tarkoituksena perustaa 9 eurooppalaista eri toimialojen tietoa keräävää data-avaruutta, joista yhtenä on nostettu esiin *Yhteinen eurooppalainen liikkuvuuden data-avaruus*, jolla pyritään edistämään Euroopan asemaa älykkään liikennejärjestelmän kehittämisessä.

3.1.4 Pohjoismainen kehitystyö

EU:n jäsenmaita ohjaavan lainsäädännön ja strategialinjausten lisäksi Suomi toimii myös osana pohjoismaista yhteistyötä matkatiedon ja MaaS-palveluiden kehittämisessä. Yksi keskeisiä yhteisprojekteja tässä työssä on *Open Mobility Data in the Nordics (ODIN)*, joka pyrkii luomaan edellytykset pohjoismaisen liikkumispalvelusektorin yhteisille markkinoille. Tavoitteena on vaikuttaa seuraavilla osa-alueilla (ODIN 2019):

- Matkatiedon sisältö, kieliriippumattomuus, koonti sekä tiedon ja palveluiden avoimuus,
- Matkatiedon saatavuuden takaamat yhteiset lisenssiehdot,
- Matkatiedon ja palveluiden standardointi,
- EU-yhteensopivuuden edistäminen ja varmistaminen,
- Avoimien yhteispohjoismaisten ratkaisujen kehittäminen,
- Matkatietopalveluiden kehittäjäkokemuksen edistäminen rajat ylittävien pohjoismaisten ratkaisujen luomisessa.

Projektia koordinoi *RISE ICT Victoria* ja sitä rahoittavat Ruotsin liikennevirasto *Trafikverket* sekä Ruotsin valtion teknologiarahoitusorganisaatio *Vinnova*. Suomesta mukana projektissa ovat HSL, Väylävirasto, Traficom ja LMJ.

Edellä mainitussa yhteisprojektissa Norjan valtionyhtiöllä Enturilla on tärkeä asema. Norjassa sillä on vastuu kansallisen julkisen liikenteen digitaalisen infrastruktuurin kehityksestä ja hallinnoinnista. Merkittävän heidän panoksestaan tekee se, että he ovat ottaneet eurooppalaisen Transmodel-perheen standardit ja muokanneet niistä Norjaan, ja täten suurella todennäköisyydellä muihinkin Pohjoismaihin, sopivan profiilin. He ovat myös rakentaneet digitaaliset tietovarantonsa sekä niitä tukevat ja hyödyntävät työkalut avoimen lähdekoodin pohjalta. Enturin työ on näin vahva kandidaatti myös muualla Pohjoismaissa hyödynnettäväksi. Esimerkiksi kansallisen pysäkkirekisterin osalta Ruotsi on tätä kirjoitettaessa jo rakentamassa omaa kansallista kokeiluversiota Enturin työn pohjalta. On myös huomattava, että ODIN-foorumilla pyritään Enturin johdolla etenemään matkatiedon standardoinnissa nopeammin kuin CEN-standardoinnissa esimerkiksi *Network Timetable Exchange (NeTEx)* -standardin puutteiden osalta (esim. mikroliikkuminen).

Toinen yhteispohjoismainen hanke *Nordic Open Mobility and Digitalisation (NOMAD)* pyrkii puolestaan luomaan yhteispohjoismaisia ratkaisuja rajat ylittävien MaaS-palveluiden rakentamiseen. Se on saanut innoituksensa pohjoismaisesta mobiiliteknologian menestystarinasta (*Nordic Mobile Telephone, NMT*) ja tavoittelee samanlaista tarinaa MaaS-palveluita perustuen luotaviin teknologiaratkaisuihin sekä liiketoimintaa tukeviin käytänteisiin. Tässä Suomessa mukana ovat *ITS Finland* ja *Kyyti Group*. Käytännön pilotointeja toteutetaan tällä hetkellä Tanskan ja Ruotsin rajaa ylittävissä liikkumispalveluissa.

3.2 Standardointi

3.2.1 Staattinen ja dynaaminen matkatieto

Staattisella matkatiedolla liikenne- ja matkatiedon kontekstissa tarkoitetaan tietoa, joka ei muutu tai muuttuu vain harvoin (esim. kesä- ja talviaikataulut). Dynaamisella tiedolla taas viitataan usein tai säännöllisesti muuttuvaan tietoon. On huomattavaa, että dynaaminen ja reaaliaikainen tieto eivät ole synonyymejä. Tiedon reaaliaikaisuus viittaa tiedon välittömään saataville toimittamiseen eli julkaisemiseen sen tuottamisen tai keräämisen jälkeen. Dynaamisuus ei itsessään ota kantaa siihen, kuinka pian tiedon tuottamisen jälkeen tieto julkaistaan.

Matkatietoon perustuissa palveluissa dynaaminen tieto on usein myös reaaliaikaista tai melkein reaaliaikaista. Tällaista tietoa ei näissä palveluissa kerätä osaksi esimerkiksi reitti- ja aikataulutietoa, vaan se luetaan tarpeen mukaan suoraan lähdejärjestelmästä kohdejärjestelmään. Tällaisia tietoja ovat mm. häiriö- ja sijaintitiedot, liikenne-ennusteet, kysyntä- ja tarjontaennusteet sekä hintatiedot. Näistä dynaamisista tiedoista tässä selvityksessä standardoinnin osalta tarkastellaan reaaliaikaisia seurantatietoja, joilla tarkoitetaan pääasiassa ajoneuvon sijaintia, pysäkillä saapumisen ja lähtemisen ennusteita sekä häiriötietoja. (Leskinen ym. 2016)

3.2.2 Staattisen matkatietojen esittäminen

Reitti- ja aikataulutietoja esitetään yleisimmin Googlen määrittämässä, laajalle levinneessä, *General Transit Feed Specification (GTFS)* -formaattissa. Euroopan Unionissa aikataulutietoa puolestaan pyritään suitsimaan oman *Network Timetable Exchange (NeTEx)* -standardiperheen piiriin. NeTEx ja GTFS ovat molemmat joukkoliikenteen staattisen matkatiedon kuvaamiseen tarkoitettuja standardeja.

3.2.2.1 GTFS (General Transit Feed Specification)

GTFS on Googlen luoma tiedonvälitysformaatti julkisen liikenteen staattisen aikataulu- ja oheisinformaation välittämiseksi. Google julkaisi GTFS-määritelmän vuonna 2006 ja on käyttänyt sitä omassa *Google Transit* -palvelussaan siitä lähtien. Nykyään GTFS on laajimmalle levinnyt koneluettava aikataulujen esitystapa ja se on saavuttanut *de facto* standardin aseman. Sitä ei kuitenkaan ole virallisesti standardoitu minkään standardointiorganisaation (ISO, CEN, ETSI tms.) toimesta.

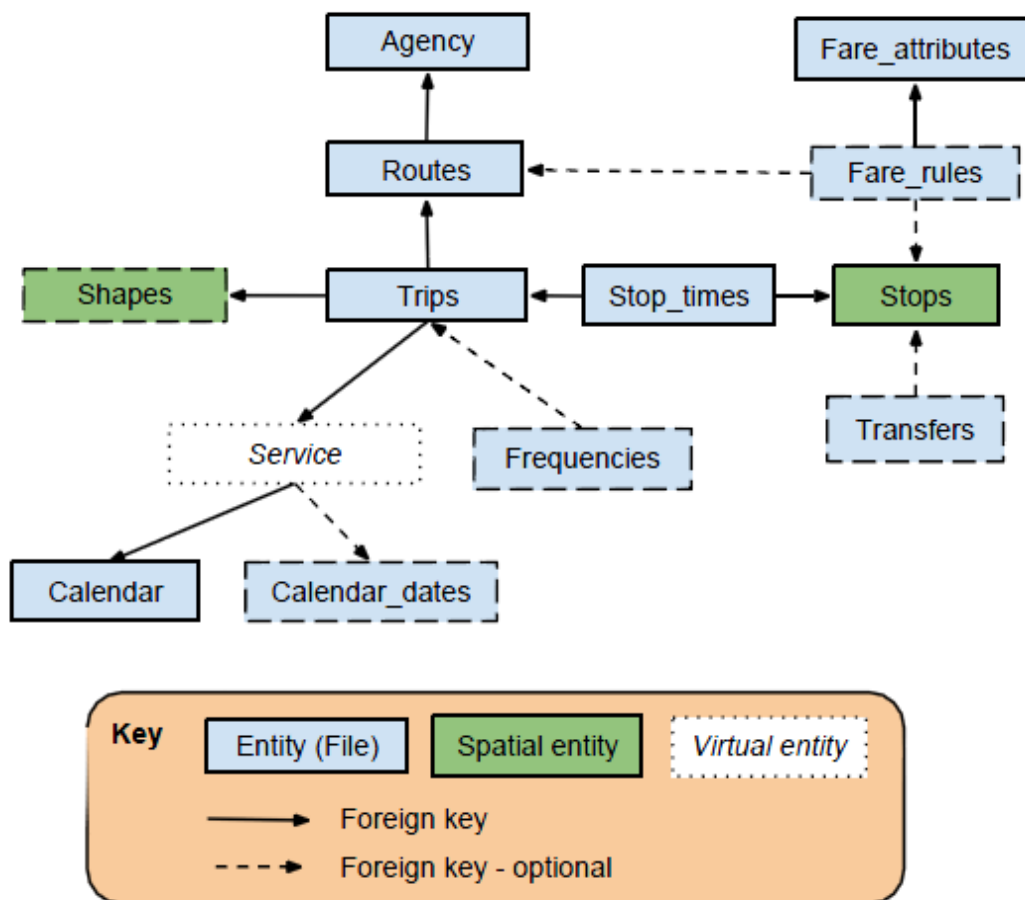
GTFS-muotoinen kuvaus on useasta toisiinsa liittyvästä CSV-tyyppisestä tekstitiedostosta muodostuva paketti, joka sisältää joukkoliikennetiedot mm. joukkoliikennereiteistä ja linjojen aikatauluista pysäkeittäin. Reittiliikenne kuvataan operaattori-kohtaisesti (*agency*) reitteinä (*routes*) ja niihin kuuluvina matkoina (*trips*), jotka kulkevat pysäkkien (*stops*) kautta määrätyn aikataulun (*stop_times*) mukaan. Kuvauksessa reittien, lähtöjen ja pysäkkien tunnistet ja näiden avulla tehdyt viittaukset CSV-tiedostojen rivien välillä sitovat aikataulut toiminnalliseksi kokonaisuudeksi muodostaen yksinkertaisen relaatiomallin (Kuva 5). Kuvauksen CSV-tiedostot puolestaan pakataan yhteen kompressoituun *ZIP-tiedostoon*, joka muodostaa GTFS-aikataulupaketin. GTFS-muotoinen ZIP-tiedosto voidaan sitten välittää eri osapuolten kesken, esim. liikenneoperaattorilta koontitietokantaan. Liitteessä 4 on kuvattu yksityiskohtaisemmin GTFS-standardin tietopakettien sisältö.

Kutsuohjattuun joukkoliikenteeseen liittyvän tiedon esittämiseen on tarjolla GTFS-määrittystä täydentävä *GTFS-Flex*-laajennus¹, jota esimerkiksi kansallisessa *Digitransit*-toteutuksessa käytetty avoimen lähdekoodin *OpenTripPlanner* 1.4 ja sen myöhemmät reitityskoneen versiot (OTP 2.0) tukevat. GTFS-Flex-määrittelyn osalta OTP-toteutus tukee seuraavia palvelutyyppisiä:

¹ Katso: <https://github.com/MobilityData/gtfs-flex/blob/master/spec/reference.md>

- Virtuaalipysäkit (request stops, flag stops, hail & ride), jossa matkustaja voi varsinaisten pysäkkien ulkopuolella vinkkaamalla nousta kyytiin tai poistua kyydistä normaalilla reitillä.
- Reitiltä poikkeamat (deviated route), jossa ajoneuvo voi poiketa reitiltä määrätyn matkan (esim. aluemäärityksen tai säteen osoittaman määrän) matkustajan ottamiseksi kyytiin tai jättämiseksi pois kyydistä.
- Kutsuliikennepalvelu (call and ride, dial & ride).

Perinteisiin GTFS-tiedostopaketteihin nähden GTFS-Flex lisää *GeoJSON*-muodossa olevaa paikkatietoa (locations.geojson) sekä palveluiden tilaamiseen liittyvää tietoa (bookingrules.txt tiedosto) omina tiedostoinaan. GTFS-Flex-määrittely (joka on tällä hetkellä luonnosvaiheessa) on taaksepäin yhteensopiva GTFS-määrittelyjen kanssa. GTFS-Flex-määrittelyjen toimivuutta reittioppaassa on testattu Yhdysvalloissa mm. Vermontin alueen liikenteessä.



Kuva 5. GTFS-standardin rakenne. (Kuva: TransitWiki.org 2020 [lisenssillä CC BY-SA 4.0](#))

3.2.2.2 NeTEx

NeTEx-standardi on kolmeosainen standardiperhe, joka sisältää 1) julkisen liikenteen verkko-topologiaa (CEN 2014a), 2) aikataulutietoja (CEN 2014b) sekä 3) hintatietoja (CEN 2016) ja se perustuu *Transmodel*-malliin (EN 128956 -sarjan standardit, yhteensä 8 kappaletta) sekä julkisen liikenteen käyttöön tarvittavien pysyvien esineiden vertailumalliin *Identification of Fixed Objects in Public Transport* (IFOPT, ns. pysäkki- ja infrastruktuurikuvaus) (CEN 2012). Kansalliseen käyttöön NeTEx-standardia ei ole välttämättä tarkoitettu sovellettavaksi kokonaisu-

nessaan vaan ainoastaan tarvittavin osin, jolloin standardista luodaan esimerkiksi maakohtainen profiili. NeTEx-profiili edustaa valittua osajoukkoa kokonaisesta NeTEx-standardista. NeTEx-profiilissa tavanomaisesti määritellään seuraavia standardin kohtia:

- Käytettävät tietoelementit,
- Käytettävät versioraamit,
- Nimiavaruuden ja tunnisteiden määrittely,
- Pakolliset ja valinnaiset attribuutit.

Taulukko 1 esittää NeTEx-standardin jakautumisen eri osiin ja kehyksiin. NeTEx on määritelmältään GTFS:ää huomattavasti laajempi ja monimutkaisempi standardi, ja siihen liittyvät myös *IFOPT* ja *Service Interface for Real-time Information* (SIRI, reaaliaika laajennos) -standardit. GTFS-standardi on väljemmin määritelty, mikä tekee siitä joustavammin käytettävän ja laajennettavan, mutta toisaalta vaikeammin yhteensovittettavan eri järjestelmien välillä.

Taulukko 1. NeTEx-standardin rakenne (Arneodo 2015).

Osa	Nimi	Kuvaus
Osa 1 Kehys	Resurssikehys	Sisältää perustiedot kuten operaattorit, kulutavat, laitteet, ajoneuvotyytit, jne.
	Yleiskehys	Voidaan käyttää välittämään käyttäjän määrittelemiä elementtejä.
	Koostekkehys	Käytetään koostamaan muita kehyksiä yhtenä pakettina välitettäväksi.
Osa 1 Toiminnot	Infrastruktuurikehys	Käytetään välittämään tietoa tie- ja rataelementeistä. Sisältää myös mahdolliset rajoitetiedot.
	Palvelukehys	Käytetään välittämään tietoa liikenneverkosta; pysäkit, reitit ja linjat. Sisältää myös ajoitustiedot.
	Paikkakehys	Käytetään välittämään tietoa paikoista, kuten asemat, laiturit ja terminaalit.
Osa 2 Toiminnot	Aikataulukehys	Käytetään välittämään tietoa aikatauluista.
Osa 3 Toiminnot	Hintakehys	Käytetään välittämään tietoa hintatiedoista.
	Myyntitapahtumakehys	Käytetään välittämään tietoa asiakkaista ja heidän ostoistaan.

Isoin ero Transmodel/NeTEx- ja GTFS-standardien välillä on niiden käytettävät matkatiedon hallinnassa. GTFS:ää käytetään pääasiassa toimittamaan valmiita aikataulutietoja erilaisille matkatietopalveluille. NeTExin käyttö on laajempaa ja kattaa myös erilaiset suunnittelu- ja tiedontuottamistoiminnallisuudet. Transmodel/NeTEx mahdollistaa myös erilaisten konseptien käytön, kuten palvelu- ja ajoitusmallien, ajoitustiedon, ajoneuvojen aikataulutus, päivä- ja aikatyypin jne., tiedontuottamisen apuna. Lisäksi NeTEx sisältää myös operatiivisen toiminnan tietoja, kuten kuljettajien ja siirtoajojen aikataulutuksen.

3.2.3 Reaaliaikatiedon esittäminen

Julkista liikennettä koskevat reaaliaikaiset seurantatiedot voidaan ryhmitellä seuraavasti:

- Liikennöintiä koskevat muutos- ja häiriötiedot koskien linjoja, aikatauluja ja pysäkkejä.
- Liikennetilannetta koskevat tiedot, kuten liikennevälineiden reaaliaikaiset sijainnit, niiden pysäkkikohtaiset tulo- ja lähtemistiedot.
- Liikennevälinettä koskevat tiedot, kuten kulkuvälineen käyttöaste sekä erilaiset liikennevälinettä koskevat tilatiedot.

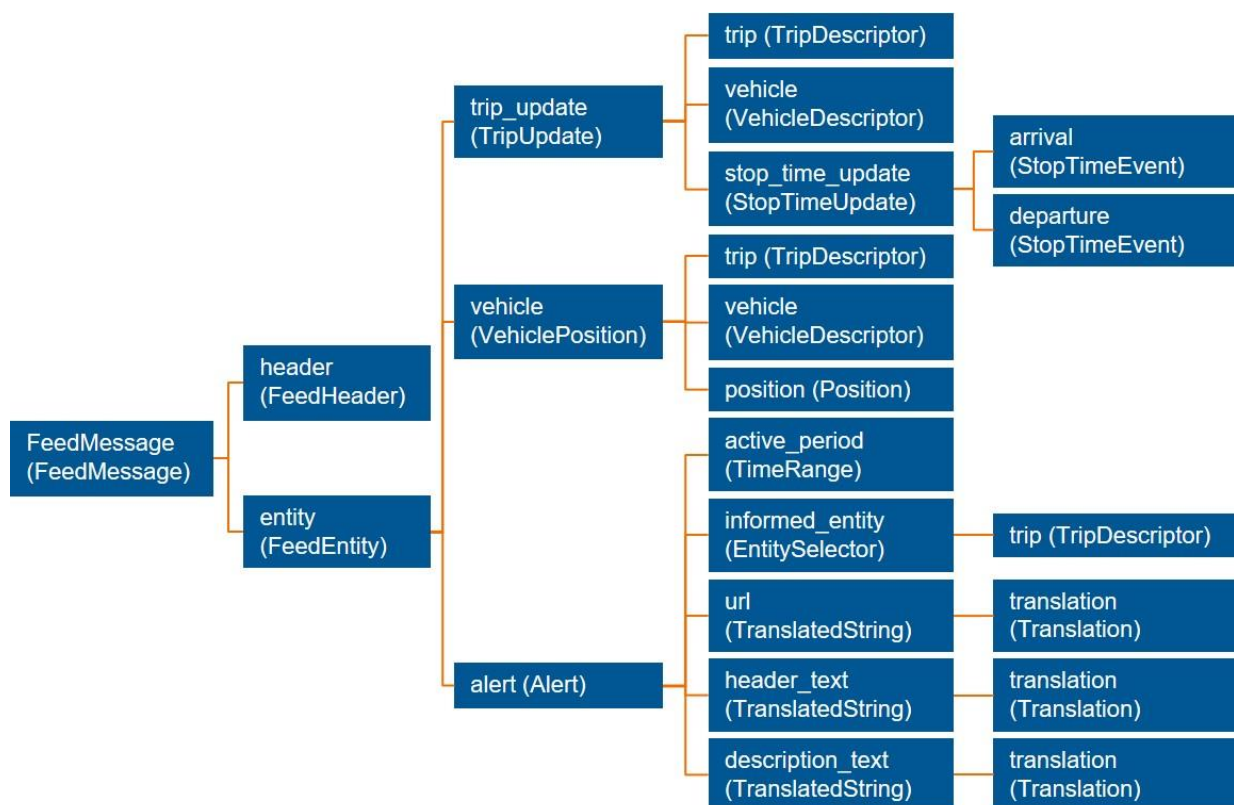
Reittejä, aikatauluja ja pysäkkejä koskevien muutostietojen välittämiseen tietojärjestelmien välillä on käytössä sekä *de facto* teollisuusstandardi *GTFS Realtime* (GTFS-RT) että kansainvälinen virallinen SIRI-standardi. GTFS-RT on laajasti käytössä oleva Googlen määrittelemä binaarikoodattu tiedonsiirtoformaatti ja SIRI puolestaan on vastaava XML-pohjainen Transmodel/NeTEx-perheeseen kuuluva CEN-standardin mukainen tiedonsiirtoformaatti. Ilmaisuvaihtoehtoina esitystavat ovat toisiaan lähellä ja niillä voidaan kuvata liikenteen häiriö- ja muutostietoja (GTFS-RT service alerts/SIRI SX, GTFS-RT trip updates/SIRI ET), sekä välittää ajoneuvojen sijaintitietoja (GTFS-RT vehicle positions/SIRI VM).

3.2.3.1 GTFS-RT

GTFS-RT on määrittely, jonka avulla julkisen liikenteen toimijat voivat tarjota reaaliaikaisia päivityksiä reittejä, pysäkeitä ja ajoneuvojen liikkumista koskien. Nämä tiedot voidaan jakaa edelleen matkustajille esim. reittioppaan tai ajoneuvonäyttöjen kautta. GTFS-RT on GTFS:n laajennos ja sen mahdollistamat matkustajatiedot koskevat:

- Matkojen päivityksiä ja poikkeuksia (*trip updates*) – viivästyksset, peruutukset, muutetut reitit,
- Palveluhäilytyksiä (*service alerts*) – odottamattomat tapahtumat, jotka vaikuttavat asemaan, reittiin tai koko liikenneverkkoon,
- Ajoneuvon sijaintia (*vehicle locations*) – tiedot ajoneuvoista, mukaan lukien sijainti ja ruuhkien taso.

GTFS-RT-aineisto esitetään hierarkkisina tietotyyppinä (Kuva 6), joissa tietoelementeissä olevat yksikäsitteiset tunnisteet sitovat reaaliaikaiset tiedot staattisen GTFS-aineiston vastaaviin reitteihin ja matkoihin tai pysäkkeihin. Esimerkiksi ajoneuvon sijaintitieto (Vehicle Position) viittaa matkaan (Trip) *TripDescriptor*-tietokentän avulla tai vaihtoehtoisesti voidaan antaa myös *VehicleDescriptor*-elementti, joka määrittää sen ajoneuvon (esim. kylkinumeron, rekisterikilven



Kuva 6. GTFS-RT-syötteen rakenne (Muokattu lähteestä: Altman 2011).

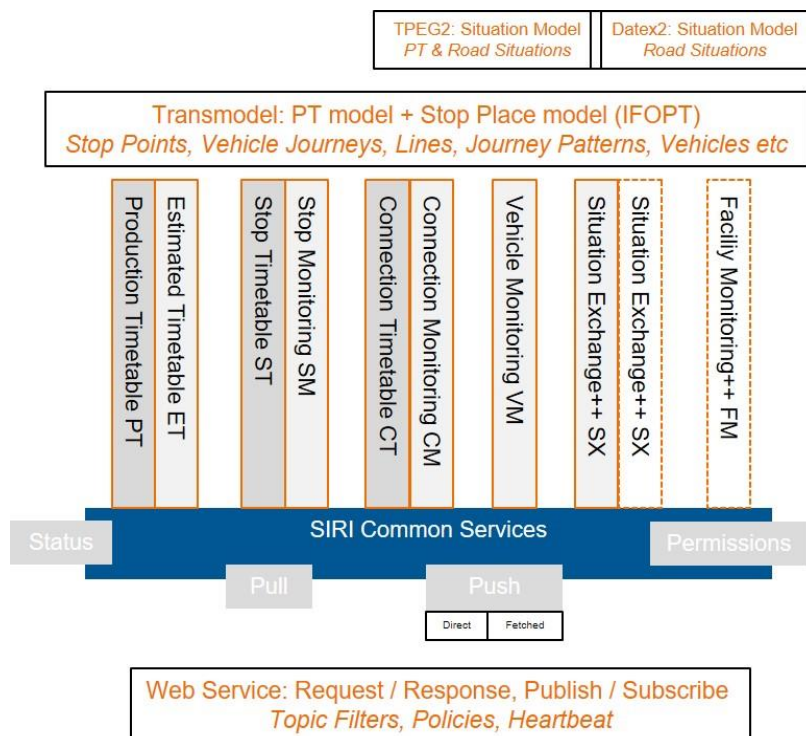
tiedot tms.), mihin tiedot kohdistuvat. Sijaintikentässä (VehiclePosition) voidaan välittää varsinaisen koordinaattitiedon (latitude ja longitude) lisäksi matkamittaritietoa (odometriatieto), hetkellinen nopeus, ajoneuvon täyttöaste jne. erilaisia käyttötarkoituksia varten.

GTFS-määrittysten CSV-tiedostoista poiketen, GTFS-RT aineisto on binäärikoodattua tietosyötettä (*feed*), joka esitetään *protocol buffer* -määrittelyn mukaisina tiedostoina. Protocol buffer on Googlen määrittämä kieli- ja alustariippumaton mekanismi rakenteisen datan sarjallistamiseen.

3.2.3.2 SIRI

SIRI on reaaliaikatieon jakeluun tarkoitettu eurooppalainen joukkoliikennetiedon siirtoformaatti. NeTExin tavoin SIRI on joukko CEN-standardeja (EN 15531 -sarja), joka perustuu Transmodel-standardiin². SIRI mahdollistaa jäsenneilyn reaaliaikaisen tiedon vaihtamisen aikatauluista, ajoneuvoista ja yhteyksistä yhdessä palveluiden toimintaan liittyvien yleisten informaatioviestien kanssa. Tietoja voidaan käyttää moniin eri tarkoituksiin, esimerkiksi:

1. Tarjoamaan reaaliaikaisen informaation pysäkin pysähtymistiedoista, jotta ne voidaan näyttää esimerkiksi pysäkinäyttöillä ja mobiilisovelluksissa.
2. Tarjoamaan reaaliaikaista etenemistietoa yksittäisistä ajoneuvoista.
3. Hallitsemaan ajoneuvojen siirtymistä eri järjestelmien kattamien alueiden välillä.
4. Hallitsemaan taattujen yhteyksien synkronointia nouto- ja syöttöpalveluiden välillä.
5. Välittämään suunnitellut, sekä reaaliaikaiset aikataulupäivitykset.
6. Levittämään tilaviestejä palveluiden ja ajoneuvojen toiminnasta.
7. Tarjoamaan suorituskykyä koskevia tietoja toimintahistoriaa varten ja muille hallintajärjestelmille.



Kuva 7. SIRI-standardin mukaiset palvelut (Muokattu lähteestä: Knowles 2008).

² Katso: <http://www.transmodel-cen.eu/standards/siri/>

Kaikki SIRI-palvelut toimitetaan standardoidun Web Service -arkkitehtuurin mukaisen kommunikatiokerroksen läpi. SIRI mahdollistaa informaation välityksen kahdella eri kommunikointimenetelmällä: Request/Response ja asynkroninen Publish/Subscribe. Viestit kuvataan XML:ää käyttäen. Request/Response -menetelmässä tiedonpyytäjä lähettää pyynnön halutulle palvelulle (Kuva 7), jonka jälkeen paluuviestinä saadaan haluttu data. Publish/Subscribe-menetelmässä tiedonpyytäjä tilaa halutun sisällön palvelulta ja saa sen jälkeen tilatut data-kentät automaattisesti.

3.2.4 Muut matkatietoon liittyvät standardit tai standardiaihiot

Edellä mainitut standardit ovat keskeisiä säännöllisen reittiliikenteen staattisen reitti- ja aika-tauluinformaation standardeja. Kutsuohjautuvien palveluiden matkatietoa varten standardimuodot ovat vain paikallisia, kehitteillä tai kokonaan puuttuvia. Seuraavassa kuvataan lyhyesti pohjoismaissa käytetty taksitiedon välittämiseen kehitetty standardi sekä mikroliikkumispalveluihin kehitettyjä amerikkalaislähtöisiä standardeja, joita on tarkasteltu esimerkiksi ODIN-yhteistyöryhmässä mahdollisina esitystapoina mikroliikkumisen puuttuessa nykyisestä NeTex-standardista.

3.2.4.1 Pohjoismainen taksiliikennestandardi – SUTI

SUTI (Standardiserat Utbyte av Trafik Information) on alun perin Ruotsissa kehitetty XML-pohjainen puoliksi avoin määrittely liikkumispalveluiden tilaustietojen välittämiseen. Tilautiedolla tarkoitetaan tässä tapauksessa noutokohdetta ja määränpäättä, sekä tilaukseen liittyviä muita täydentäviä tietoja (esim. esteellisyys), jotka voivat vaikuttaa mm. ajoneuvon valintaan palvelun järjestämisessä. SUTI on tarkoitettu työkaluksi kutsuohjautuvia (demand-responsive transport, DRT) palveluita järjestävien organisaatioiden (SUTI Clients, esim. sairaanhoitopiirit) ja varsinaisten liikenneoperaattorien (SUTI service providers, esim. taksit) välillä. Alun perin SUTI oli tarkoitettu vain "point-to-point" liikenteeseen, mutta se on myöhemmin kehittynyt käsittämään myös monimutkaisemmat reitit sekä sisältämään myös statustiedon välittämistä (esim. saapumiset ja asiakkaan paikalle tulematta jättäminen).

3.2.4.2 Mikroliikkumispalvelut

International Transport Forum (2020) määrittelee mikroliikkumisen (micromobility) henkilökohtaiseksi liikkumiseksi, jossa käytetään liikkumisvälineitä tai ajoneuvoja, jotka painavat korkeintaan 350 kg, ja joiden mahdollinen voimanlähde, jos sellaista on, rajoitetaan alle 45 km/h nopeuteen. Mukaan luetaan sellaisten kulkuneuvojen käyttö, joissa ihmisen lihasvoima on ainoa voimanlähde (esim. polkupyörät, potkulaudat, skeittilaudat jne.). ITF antaa myös ehdotuksen mikroliikkumisen käytettyjen kulkuvälineiden luokittelusta (Kuva 8).

On huomattavaa, että mikroliikkumisen luokittelu ja siihen liittyvä lainsäädäntö vaihtelee eri puolilla maailmaa. Esimerkiksi Euroopan parlamentti ja neuvosto (2013) on määritellyt asetuksessaan ns. L-luokan ajoneuvojen tyyppihyväksynnästä ja markkinavalvonnasta. Osa mikroliikkumisen välineistä kuuluu asetuksessa L1e-luokkiin, mutta osa puuttuu asetuksesta kokonaan (esim. lihasvoimalla toimivat kulkuneuvot, korkeintaan 25 km/h kulkevat sähköpyörät sekä itsensä tasapainossa pitävät ja istuimettomat kulkuvälineet).

Nopeasti kehittynyt mikroliikkuminen ja sen palvelut ovat siis ajaneet ohi EU-lainsäädännön ja sama pätee CEN-standardointiin, jossa Transmodel-perheen standardien täydentäminen (esim. NeTex) mikroliikkumisen osalta on vasta ehdotusten asteella.

Mikroliikkumisen osalta onkin syntynyt useita operaattoreiden ja teknologiatarjoajien omia rajapintoja ja tiedonvaihtoformaatteja mikroliikkumisen palveluiden tarjoamiseksi digitaalisissa palveluissa. Tämä luonnollisesti tuo tarpeetonta lisätyötä mikroliikkumispalveluiden liittämässä matkatietopalveluiden osaksi.

Tyyppi A	Tyyppi B	Tyyppi C	Tyyppi D
Ei voimanlähdettä tai voimanlähteellä max. 25 km/h		Voimanlähteellä huippunopeus 25-45 km/h	
< 35 kg	35-350 kg	< 35 kg	35-350 kg

Kuva 8. ITF:n ehdottama mikroliikkumisvälineiden luokittelu (Muokattu lähteestä: International Transport Forum 2020).

General Bikeshare Feed Specification (GBFS)

Yhdysvalloissa on kuitenkin tehty avointa standardointia mikroliikkumiseen liittyen. *General Bikeshare Feed Specification (GBFS)* on avoin standardi kaupunkipyörien jakamispalveluiden toteuttamista varten³. Sitä ovat olleet kehittämässä julkisen, yksityisen ja kolmannen sektorin toimijat yhdessä sovelluskehittäjien ja teknologiatuottajien kanssa. Tarkoituksena on tarjota reaaliaikadataa kaupunkipyöräjärjestelmän sen hetkisestä tilasta pyörien käyttäjille. Historia-tietoja tai ajossa olevien pyörien paikkatietoja ei voi kysellä, mikä edesauttaa yksityisyyden-suojan varmistamisessa.

GBFS-standardin avulla kaupunkipyöräpalvelun tarjoajan standardin toteuttavasta järjestelmästä voidaan kysellä palvelun yleisten tietojen lisäksi esimerkiksi kaupunkipyöräasemien paikkoja sekä vapaiden pyörien ja pyöräpaikkojen statusta⁴. Standardin avulla voidaan kysellä myös yksittäisten vapaiden pyörien paikkaa, jos järjestelmä mahdollistaa vapaasti minne tahansa jätettävät pyörät. Standardi on jatkuvan kehityksen kohteena, sillä mikroliikkumispalvelut kehittyvät koko ajan. On huomattava, että standardi mahdollistaa kaikenlaisten mikroliikkumisvälineiden hyödyntämisen palveluissa.

Mobility Data Specification (MDS)

Kun GBFS on tarkoitettu mikroliikkumisoperaattorin palveluiden statuksen viestimiseen palvelun käyttäjille, niin *Mobility Data Specification (MDS)* puolestaan on tarkoitettu operaattoreiden ja viranomaisten väliseen tiedonvaihtoon⁵. Tämä standardi painottuu mikroliikkumisdatan keräämiseen liikenteen järjestämisen tueksi. Lisäksi se mahdollistaa operaattoreiden tiedottamisen esim. mikroliikkumispalveluiden alueella toteutettavista rajoituksista (esim. nopeusrajoitukset). Koska tämän standardin toteuttavat palvelut mahdollistavat historiatiedon kumuloinnin ihmisten liikkumisesta, siitä syntyy sensitiivistä, mahdollisesti yksityisyydensuojan alaista, dataa. Tähän piirteeseen on kohdistunut kritiikkiä ja standardia hyödynnettäessä onkin kiinnitettävä sensitiivisen datan käsittelyyn erityistä huomiota. Standardia on jatkossa tarkoitus kehittää edelleen sisällyttämään MaaS-palveluiden osana hyödynnettävää kutsuhjautuvaa liikennettä (esim. taksit, Uber, Lyft).

Edellä mainitut amerikkalaiset standardit, GBFS ja MDS, ovat suunnattu eri tarkoituksiin: 1) kuluttajapalveluiden toteuttamiseen ja 2) kaupungin tai alueen liikenteen monitorointiin, hallintaan ja suunnitteluun. Näin ollen, vaikka näitä standardeja kehitetäänkin itsenäisesti eri toimijoiden toimesta, voi em. standardien rinnakkainen käyttö olla perusteltua.

GBFS ja MDS käyttöön Pohjoismaihin?

Pohjoismaisesta näkökulmasta em. amerikkalaiset standardit voivat nousta huomioitavaksi, sillä GBFS-standardin hyödyntämistä NeTEx-standardin puutteiden paikkaamiseksi mikroliik-

³ Katso: <https://github.com/NABSA/gbfs>

⁴ Katso esimerkiksi Oslo'n kaupunkipyörien tarjonta: <https://oslobysykel.no/en/stations>

⁵ Katso: <https://github.com/openmobilityfoundation/mobility-data-specification>

kumisen osalta on pohdittu ODIN-työryhmässä, sillä NeTeX ei tule CEN:in hitaan standardointiprosessin vuoksi vähään aikaan apuun. Standardia hyödynnetäänkin jo useissa maissa – myös esimerkiksi Norjassa. Lisäksi ODIN on liittynyt jäseneksi ruotsalaisen tutkimuslaitoksen RISE:n johdolla *Open Mobility Foundationiin (OMF)*, joka vastaa MDS-standardin kehityksestä.

3.3 Lainsäädäntö

3.3.1 Keskeiset digitaalisiin matkatietopalveluihin vaikuttavat lait ja asetukset

Multimodaalisen matkatiedon tarjoamiseen liittyy sekä kansallista että EU-lainsäädäntöä. Kansallinen lainsäädäntö perustuu lakeihin ja niitä tarkentaviin asetuksiin, joita tulee noudattaa silloin kun ne eivät ole ristiriidassa EU-lainsäädännön kanssa. EU puolestaan ohjaa ja säätelee kansallista lainsäädäntöä. EU:n antamia määräyksiä on neljänlaisia:

- Asetus, joka on sellaisenaan kaikissa EU-jäsenmaissa voimaan tuleva määräys,
- Direktiivi, joka ohjeistaa kuinka jäsenmaan kansallinen lainsäädäntö on toteutettava,
- Päätös, joka täydentää direktiivejä ja asetuksia,
- Suositus, jota ei ole pakko noudattaa, mutta jonka tarkoitus on ohjata jäsenmaiden toimintaa vähitellen samanlaiseen suuntaan.

On huomattava, että EU:n asetukset, direktiivit ja päätökset ovat vahvempia kuin jäsenmaan omat päätökset ja lait. Jokaisen jäsenmaan on pakko noudattaa niitä.

Taulukko 2 listaa keskeisimmät matkatietopalveluiden tarvitsemien tietojen avaamiseen liittyvät lait ja asetukset. Eurooppalaisen raamin lainsäädännölle luo direktiivi 2010/40/EU, nk. ITS-direktiivi (2010), jonka tarkoituksena on ohjata liikenneteknologioiden kehitystä yhteentoimivien ja rajat ylittävien älykkäiden liikennejärjestelmien aikaansaamiseksi. Tässä direktiivissä luetellaan kuusi ensisijaista toimea, joista ensimmäinen koskee nimenomaan multimodaalisten matkatietopalveluiden mahdollistamista.

Edellä mainittua ITS-direktiiviä ja sen ensimmäistä ensisijaista toimea täydentää delegeoitu asetus 2017/1926, tässä raportissa MMTIS-asetus (2017), joka tarkentaa ITS-direktiiviä multimodaalisten matkatietopalveluiden mahdollistamiseen ja tarjoamiseen liittyviä vaatimuksia. Siinä määritellään avattavat staattiset ja dynaamiset matka- ja liikennetiedot, joita tarvitaan matkatietopalveluiden tarjoamiseen.

MMTIS-asetuksen valmistelun aikaan luotiin myös uutta kansallista lainsäädäntöä liikennesektorille. Lakivalmistelu käynnistyi nimellä *Liikennekaari*, mutta eduskunta vaihtoi nimeksi: Laki liikenteen palveluista (2017). Uudella lainsäädännöllä oli tarkoitus yhdistää ja uudistaa henkilö- ja tavaraliikennettä koskevat säädökset. Matkatietopalveluiden tarvitseman tiedon avaamisen osalta olennaisin kohta laissa on viittaus ns. liikkumispalvelua koskevien olennaisten ja ajantasaisten tietojen avaamisesta koneluettavassa muodossa vapaasti käytettäväksi. Laissa jätettiin mahdollisuus tarkentaa vaatimuksia olennaisista tiedoista, joista Liikennepalvelulaissa mainittiin yleisellä tasolla:

”Olennaiset tiedot sisältävät ainakin reitti-, pysäkki-, aikataulu-, hinta- ja saatavuustiedot sekä esteettömyystiedot.”

Olennaisia tietoja tarkennettiin vuonna 2017 Valtioneuvoston liikkumispalveluita koskevalla asetuksella Olennaisten tietojen asetus 643/2017, jossa liikennepalvelulaissa viitattujen olennaisten tietojen vaatimuksia tarkennettiin seikkaperäisesti. On huomattavaa, että Olennaisten tietojen asetus (2017) on varsin saman sisältöinen kuin samana vuonna annettu EU:n MMTIS-asetus, mutta ei suinkaan identtinen. Syynä kansalliseen samanlaiseen lainsäädäntöön on ollut syynä saada tietyt lainkohdat täytäntöön nopeammin kuin MMTIS-asetuksen vaiheittainen

aikatauluvelvoite määrää. Avattavia tietoja sekä EU-lainsäädännön ja kansallisen lainsäädännön eroja käsitellään lyhyesti luvuissa 3.3.2 ja Liitteessä 1.

Edellä mainittujen lakien ja asetusten lisäksi Digiroad-laki (2003) ja Digiroad-asetus (2003) määräävät tie- ja katuverkon tietojärjestelmästä ja sinne talletettavista tiedoista, joihin kuuluvat mm. joukkoliikenteen pysäkkitiedot.

Taulukko 2. Matkatietopalveluiden tarvitsemien tietojen avaamiseen liittyvät keskeiset lait ja asetukset.

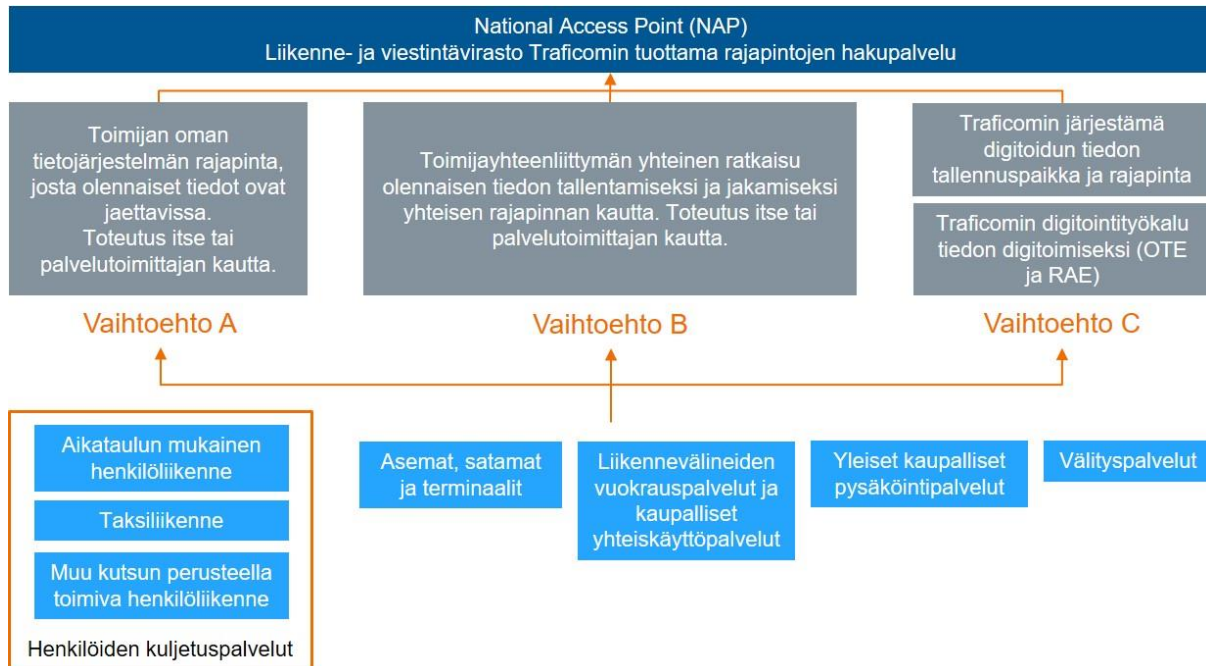
Laki / asetus	Liittymät multimodaalisiin matkatietopalveluihin
EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON DIREKTIIVI 2010/40/EU, annettu 7 päivänä heinäkuuta 2010, tieliikenteen älykkäiden liikennejärjestelmien käyttöönoton sekä tieliikenteen ja muiden liikennemuotojen rajapintojen puitteista	Puitteet älykkäiden liikennejärjestelmien (ITS) koordinoitun ja johdonmukaisen käyttöönoton ja käytön tukemiseksi unionissa, erityisesti jäsenvaltioiden rajojen yli, sekä vahvistetaan tätä varten tarvittavat yleiset edellytykset. Liitteen 1 määrittelemä: <i>Ensisijainen ala I: Tie-, liikenne- ja matkadatan optimaalinen käyttö</i> ja siihen liittyvät määritykset.
KOMISSION DELEGOITU ASETUS (EU) 2017/1926, annettu 31 päivänä toukokuuta 2017, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/40/EU täydentämisestä EU:n laajuisen multimodaalisten matkatietopalvelujen tarjoamisen osalta	Määritykset sen varmistamiseksi, että EU:n laajuiset multimodaaliset matkatietopalvelut ovat tarkkoja ja ITS-käyttäjien saatavilla rajojen yli. Sisältää keskeiset määritelmät sekä määräyksiä kansallisten yhteyspisteiden luomisesta, staattisen sekä dynaamisen matka- ja liikennedatan saatavuudesta, vaihdosta ja uudelleenkäytöstä, datan päivittämisestä, matkatietopalveluiden yhteenliittämisestä, vaatimuksenmukaisuuden arvioinnista ja raportoinnista. Liite 1 sisältää kansallisen yhteyspisteen kautta saatavat vaadittavat matka- ja liikennedatan tyypit.
Laki liikenteen palveluista 24.5.2017/320 (Liikennepalvelulaki)	"Liikennepalvelulain tavoitteena on tarjota kansalaisille parempia liikennepalveluita, lisätä valinnanvapautta liikennemarkkinoilla, edistää liikenteen palvelujen digitalisointia ja tiedon tehokkaampaa hyödyntämistä. Laki mahdollistaa muun muassa uudenlaisten, eri liikennemuodoista koottujen, sujuvien matkaketjujen tarjoamisen kuluttajille." (Traficom 2019) "Liikennepalvelulaki velvoittaa liikkumispalveluja tuottavat yritykset sekä palveluja järjestävät viranomaiset avaa-maan palvelun sisältöä, hintoja ja muita ominaisuuksia kuvaavat olennaiset tiedot koneluettavan rajapinnan kautta. Myös pääsy myynti- ja varaus-järjestelmiin on turvattu ja huolehdittava lippu- ja maksujärjestelmien yhteentoimivuudesta." (Traficom 2019)
Valtioneuvoston asetus liikkumispalveluita koskevista olennaisista tiedoista 643/2017	Määrittelee em. liikennepalvelulaissa avattavaksi <i>vaaditut olennaiset tiedot</i> eri liikkumispalveluiden osalta.
Laki tie- ja katuverkon tietojärjestelmästä 28.11.2003/991	Lain tarkoituksena on järjestää yleisiä ja yksityisiä teitä sekä katuja koskevat tiedot käsittävä valtakunnallinen tietojärjestelmä ja tietopalvelu. Tietojärjestelmä on Väyläviraston ylläpitämä Digiroad, johon talletetaan mm. joukkoliikenteen pysäkit.
Valtioneuvoston asetus tie- ja katuverkon tietojärjestelmään tallennettavista ominaisuuksista 997/2003	Luettelo tie- ja katuverkon tietojärjestelmään (Digiroadiin) talletettavista saatavilla olevista tiedoista.

3.3.2 Lainsäädännön velvoitteet avattavista tiedoista

Sekä kansallinen lainsäädäntö että EU:n toimielimien direktiivit ja asetukset antavat määräyksiä staattisten ja dynaamisten matkatietojen avaamiselle. EU-lainsäädännössä velvoitteita ei tule vain matkatietojen omistajille vaan myös matkatietoja hyödyntävien matkatietopalveluiden, kuten reittioppaiden ja MaaS-palveluiden tarjoajille.

3.3.2.1 Kansallinen yhteyspiste (National Access Point, NAP)

MMTIS-asetuksen (2017) 3. artikla velvoittaa jäsenmaat perustamaan kansallisen yhteyspisteen (National Access Point, NAP), jonka avulla käyttäjät voivat hakea ja saada vähintään asetuksen kohteena olevaa dataa, jota liikenneviranomaiset, liikenteenharjoittajat, infrastruktuurin haltijat sekä kutsuhjautuvien liikennepalveluiden tarjoajat antavat (Kuva 9). Suomessa perustettu yhteyspiste toimii pääosin katalogina tiedontarjoajien olemassa olevista tai rakennettavista rajapinnoista sekä tarvittavista tiedontarjoajan metatiedoista, mutta tarjoaa pienille toimijoille myös tietovaraston itse datan tallettamiseen.



Kuva 9. Tietojen vieminen kansalliseen yhteyspisteeseen (Muokattu lähteestä: Laine 2019).

Olennaisten tietojen asetuksen (2017) valmistelussa kansallisen yhteyspisteen perustaminen valmisteilla olleeseen MMTIS-asetukseen liittyen on huomioitu perustelumuiotissa (Liikenne- ja viestintäministeriö 2017), mutta itse asetuksessa tai laissa liikenteen palveluista ei asiasta mainita. Liikennepalvelulaissa kuitenkin edellytetään Liikenne- ja viestintävirasto Traficomilta, että se arvioi ja tarkistaa ITS-direktiivin ja sen nojalla säädetty vaatimukset (sisältäen esimerkiksi kansallisesta yhteyspisteestä säädetty MMTIS-asetuksen määräykset).

3.3.2.2 Staattinen ja dynaaminen liikenne- ja matkatieto

Staattisen matka- ja liikennedatan osalta MMTIS-direktiivi velvoittaa tiettyjen standardien ja määräysten käyttöön; esimerkiksi DATEX II tieliikenteen osalta, NeTEx ym. standardiformaatit muiden liikenteen muotojen osalta sekä INSPIRE-direktiivi (2007) paikkatiedoissa. Liikenne- ja matkatiedon standardointi ei kuitenkaan ole kaikilta osin kattavaa ja toisaalta avattaviin datakategorioihin liittyy useita potentiaalisia standardeja (ks. esim. Bourée ym. 2019). Asetuksen täytäntöönpano odottaa esim. näiltä osin lisää ohjeistusta asetuksen täytäntöönpanoa tukevista aktiviteeteista (European Commission 2019).

Laissa liikenteen palveluista (2017) viitataan koneluettavaan vakiotietomuotoon avattavan datan osalta. Liikennepalvelulain vaatimus on löyhempi kuin MMTIS-asetuksen vaatimus, sillä se ei viittaa yhteentoimivuutta edistäviin standardimuotoihin. Huomattavaa kuitenkin on, ettei HTML- tai PDF-muotoisia tietoja katsota liikennepalvelulaissakaan kelpoiksi koneluettaviksi formaateiksi, vaan hallituksen esityksessä HE161/2016 vp. (2016) soveltuviksi muodoiksi mainitaan esimerkiksi XML-muoto tai rajapinnat suoraan tietolähteeseen.

Avattavat tiedot on jaettu kolmeen eri palvelutasoon ja tietojen avaamismäärästä on porrastettu siten, että eri palvelutason tiedot voidaan avata porrastaen, mutta kuitenkin niin, että

kaikki palvelutasot tulee olla avattuna viimeistään 1.12.2021 Euroopan laajuisesta tieverkosta (TEN-verkko) ja koko tieverkon osalta 1.12.2023. Avattaviin tietoihin kuuluvat kuitenkin vain ne tiedot, mitkä ovat jo ennestään toimijoiden käytössä, eikä uusien tietolajien tuottamista vaadita.

Dynaamisten tietojen osalta MMTIS-asetus antaa jäsenvaltioiden määrätä dynaamisen matka- ja liikennedatan tarjoamisesta kansallisen yhteyspisteen kautta. Jos jäsenvaltio päättää tällaisen datan tarjoamisesta, asetus määrää käytettävistä standardeista (esim. DATEX II, SIRI). Laki liikenteen palveluista (2017) puolestaan edellyttää dynaamisen datan tarjoamista vain, jos toimijalla on sellaista tarjolla. Tällöinkään dataa ei tarvitse antaa rajapinnasta, vaan riittää kun antaa näkymän dynaamiseen tietoon haluamallaan tavalla esimerkiksi verkkosivustollaan.

Staattisen matka- ja liikennedatan osalta tietojen avaamisessa ollaan suurelta osin em. porastuksen vaatimassa aikataulussa lainsäädännön näkökulmasta (Laine 2019). Dynaamisen tiedon avaamisen vapaaehtoisuus ei luo lainsäädännöllistä painetta reaaliaikapalveluiden vaatiman tiedon tuottamiselle.

Sekä staattisen että dynaamisen avatun liikenne- ja matkadatan käytölle voidaan asettaa ehtoja ja edellytyksiä, kunhan ne eivät tarpeettomasti estä datan uudelleen käyttöä. Käytöstä voidaan sekä kansallisen että EU-lainsäädännön mukaan periä myös korvausta, mutta korvauksen on oltava kohtuullinen perusteltuihin kustannuksiin nähden.

3.3.2.3 Matka- ja liikennedatan uudelleenkäyttö ja matkatietopalveluiden yhteen liittäminen

Avatun datan uudelleenkäyttö palveluntarjoajien toimesta on mahdollistettava syrjimättömästi ja niin nopeasti, että matkatietojen tarjoaminen voidaan varmistaa oikea-aikaisesti. Datan on oltava myös ajantasaista ja tarkkaa.

Datan uudelleen käytöstä on myös määrätty, että ketään dataan liittyvää palveluntarjoajaa ei syrjitä. Esimerkiksi reititystuloksissa matkavaihtoehtojen järjestys pitää perustua läpinäkyviin kriteereihin, jotka eivät saa perustua mihinkään tekijään, joka liittyy suoraan tai välillisesti käyttäjän henkilöllisyyteen, tai datan uudelleenkäyttöön liittyviin kaupallisiin näkökohtiin, jos sellaisia on, ja niitä on sovellettava syrjimättömästi kaikkiin osallistuviin käyttäjiin.

MMTIS-asetus määrää myös matkatietopalveluiden tarjoajan avaamaan staattiseen ja mahdolliseen dynaamiseen dataan perustuvan reitityspalvelunsa myös toisille matkatietopalveluiden tarjoajille. Reititystietojen avaamista koskeva määräys koskee myös kaupallisia palveluita kuten MaaS-palveluita. Huomattavaa kuitenkin on, että tätä avaamista ei tarvitse tehdä korvauksetta vaan kohtuullisten ja tasapuolisten käyttöehtojen puitteissa matkatietopalvelun tarjoaja voi myydä omaa palveluaan myös toisille palvelun tuottajille.

MMTIS-asetus (2017) suosittaa vahvasti hyödyntämään avoimia rajapintastandardeja myös reititystietojen avaamisessa. Tässä hajautettua matkatietopalvelua varten luotu oma *Open Journey Planner* (OJP) -rajapintamäärittely (CEN 2017) tulisi olla lähtökohtana. Tällaisen rajapinnan luominen esimerkiksi OTP/Digitransit-pohjaiseen järjestelmään olisi hyvinkin mahdollista, ja esimerkiksi Entur onkin suunnitellut rakentavansa sellaisen omaan OTP-toteutukseensa.

Mielenkiintoinen yksityiskohta MMTIS-asetuksessa on se, että siinä puhutaan vain reititystuloksien avaamisesta, ei itse sen koostetun datan avaamisesta, johon reititystulos perustuu. Datan avaaminen on veloitettu liikenneviranomaisille, liikenteenharjoittajille, infrastruktuurin haltijoille ja kysyntäohjauksisen liikenteen tarjoajalle, mutta ei matkatietopalveluiden tarjoajalle. Näin ollen, yksityinen toimija, joka kerää esim. NAP:in ylläpitämästä katalogista löytävien rajapintojen kautta liikenne- ja matkadatan sekä koostaa siitä palvelulleen oman koontikannan, ei ole veloitettu tätä koontitietokannan sisältöä jakamaan.

3.3.2.4 Muu asetusten sisältö

MMTIS-asetus määrää myös avattavan liikenne- ja matkadatan ajantasaisuudesta ja päivittämisestä, laatuvaatimuksista, vaatimustenmukaisuuden arvioinnista sekä asetuksen vaatimusten täyttämiseksi tehtyjen toimenpiteiden raportoinnista komissiolle. Laine (2019) käy läpi MMTIS-asetuksen kohtia tarkemmin.

3.3.2.5 Lakien tulkinnasta

Sekä MMTIS-asetus (2017) että Olennaisten tietojen asetusta (2017) sisältävät seikkaperäiseltä näyttävän kuvauksen avattavista tiedoista hyvinkin yksityiskohtaisia esimerkkejä käyttäen. Seikkaperäisyyden ei ole kuitenkaan tarkoitus rajata tulkintaa koskemaan vain lakitekstissä mainittuihin esimerkkeihin. Hallituksen esityksessä HE 161/2016 vp. (2016) esimerkiksi mainitaan:

”Eri palveluissa olennaiset tiedot voisivat poiketa toisistaan, ja ratkaisevaa on tietyn palvelun osalta juuri se, mikä kyseisen palvelun kohdalla on olennaista tietää.”

Samoin MMTIS-asetuksen osalta esimerkkien ei ole kattaa kaikkea avattavaa tietoa. Esimerkiksi Hopkin ym. (2016) käyvät (liitteessään: Appendix E) asetuksen datavaatimuksia läpi täydentävin esimerkein. Bourée ym. (2019) analysoivat MMTIS-asetuksen paikkatietoa sisältäviä datakategorioita eri standardien näkökulmista ja antavat suosituksia tietosisällöistä ja muodoista niihin liittyen. European Commission (2019) puolestaan antaa yleiskuvan siitä mitä aktiviteetteja MMTIS-asetuksen toimeenpanoon liittyen on olemassa ja antaa vastauksia joihinakin asetuksen tulkintaan liittyviin kysymyksiin.

3.3.3 Olennaisten tietojen asetuksen ja MMTIS-asetuksen vertailua

3.3.3.1 Asetusten yleistä vertailua

Olennaisten tietojen asetusta sekä uutta liikennepalvelulakia ja MMTIS-asetusta on valmisteltu samoihin aikoihin ja lainsäätäjät ovat olleet tietoisia MMTIS-asetuksen tulevasta sisällöstä ainakin tiettyyn rajaan saakka. Kansallinen laki on haluttu valmistella ja saattaa voimaan MMTIS-asetuksen valmistelusta huolimatta, jotta Suomessa tärkeäksi katsotut lainkohdat tietojen avaamiseksi saadaan voimaan nopeutetusti, sillä MMTIS-asetuksessa vaatimusten aikataulu on porrastettu.

Edellä mainittujen vaatimussisältö on suurelta osin samanlainen, mutta erojakin löytyy. Tässä kohden on kuitenkin huomattavaa, että tässä dokumentissa esitetyt erot voivat asetuksen kohdista ja niiden tulkinnoista tehtävän tarkemman analyysin tuloksena pienentyä. Tämä liittyy mm. siihen, että lait ja asetukset asettuvat aina laajempaan kontekstiin, jota ei ole välttämättä tässä työssä voitu kokonaan huomioida. Lisäksi jo aikaisemmin esille tullut lain sisältöä kuvaavien sanamuotojen ja niiden tulkinnan analyysi ei ole yksinkertaista ja voi vaatia jopa ennakkotapauksia, jotta lain sisältöä voitaisiin tarkentaa.

MMTIS-asetuksen vaatimuksia ja vaatimusten täyttämistä avattavien datakategorioiden osalta on listattu Traficomien teettämässä raportissa. Laineen (2019) mukaan kansallisen liikennepalvelulain velvoitteet on pitkälti täytetty MMTIS-asetuksen palvelutasojen 1 ja 2 vaatimusten osalta, mutta palvelutason 3 vaatimuksissa on vielä tekemistä. Olennaisten tietojen vaatimusten vastaavuus MMTIS-asetuksen asettamiin velvoitteisiin on siis käyty ainakin välillisesti läpi, vaikka asetusten sisältämiä datakategorioita ei ole Laineen (2019) raportissa eksplisiittisesti vertailtu. Sen sijaan vertailua siitä, kuinka Olennaisten tietojen asetuksen (2017) avattavaksi vaadittavat datakategoriat löytyvät MMTIS-asetuksesta eli mitä kansallinen lainsäädäntö tuo lisää EU-lainsäädäntöön, ei liene tehty.

Vertailua vaikeuttaa se, että edellä mainitut asetukset asettavat vaatimuksia eri lähtökohdista. MMTIS-asetus lähtee matkatietopalveluiden toiminnoista ja tarjottavista tietosisällöistä ja määrittelee avattavat tiedot näistä lähtökohdista. Liikennepalvelulaissa puolestaan vaatimuksia ei liitetä erityisesti mihinkään palveluun, vaan lähtökohtana on liikennepalveluiden harjoittajien velvollisuus avata palvelujaan kuvaavat palveluspesifisesti olennaiset tiedot. Päämäärä asetuksilla on jokseenkin sama, mutta vaatimusten ryhmittely ja tarkastelu ovat toisistaan poikkeavia.

Toinen seikka, mikä poikkeaa tarkasteltavissa asetuksissa, liittyy metatietoihin. MMTIS-asetuksessa avattaviin tietoihin liittyy joukko ”asianmukaisia metadataa”, joka on määritelty erillisessä metadatakatalogissa (Lubrich ym. 2019). Liikennepalvelulaissa eikä Olennaisten tietojen asetuksessa ei ole metatietojen osalta vaadittu muuta kuin viittaus verkko-osoitteeseen, josta avattava tieto löytyy. Hallituksen esitys HE 161/2016 vp. perustelee muiden metatietojen määrittämättä jättämistä ”tarkkarajaisuuden säilyttämiseksi” viitaten verkko-osoitteen toimivan tarkkana minimivaatimuksena.

Metatietokatalogi (Lubrich ym. 2019), johon MMTIS-asetus viittaa paljastaa kolmannen pienen, mutta periaatteellisen eron avattavaan dataan liittyen. Kun kansallisessa lainsäädännössä lähtökohta on liikkumispalvelun tarjoajan ja hänen palvelunsa kuvaaminen, niin MMTIS-asetuksessa metadatalalla kuvataan itse avattavaa dataa. Siinä ei kuvata itse palveluntarjoajaa vaan:

- Tiedon julkaisijaa, jolla on pääsy avattavaan dataan ja joka huolehtii datan toimittamisesta tarjolle.
- Yhteyspistettä, joka rekisteröi avattavan datan kansalliseen yhteyspisteeseen ja on vastuullinen rekisteröinnin yhteydessä toimitettavan metadatan oikeellisuudesta (usein datan omistaja).
- Omistajaa, joka omistaa tai tuottaa avattavan datan ja on vastuullinen itse avattavasta datasta, sen tuottamisesta ja sen laadusta.

Lisäksi siinä kuvataan tietoja, joita tarvitaan tietojen hakemiseksi ja yhteentoimivuuden takaimiseksi eurooppalaisella tasolla. Yhteenvedo tarpeellisista metatietoelementeistä on esitetty Liite 2.

3.3.3.2 Olennaisten tietojen datavaatimusten vertailu MMTIS-asetuksen datavaatimuksiin

Seuraavassa listataan lyhyesti tärkeimmät löydetyt kansallisen lainsäädännön vaatimat tai ehdottamat datakategoriat, joita ei ole mainittu MMTIS-asetuksessa. Lain kohtien vastaavuuksien tarkastelu kokonaisuudessaan löytyy liitteestä (Liite 1).

Hintatiedot

Olennaisten tietojen asetus (2017) pyrkii siihen, että palvelun käyttäjä voi arvioida hänen käyttönsä muodostamaa palvelun hintaa. Tässä yhteydessä mainitaan sekä mahdollisten staattisten tai dynaamisten hintatietojen saatavuus riippuen hinnoittelumallista. MMTIS-asetuksessa (2017) vaaditaan vain säännöllisen liikenteen perusmaksut ja tariffitiedot (palvelutaso 2) sekä myöhemmässä vaiheessa (palvelutaso 3) yleisiä perusmaksuja ja erikoismaksuja koskeva yksityiskohtainen haku. Jälkimmäisessä vaiheessa ei vaadita (lainsäädännön sanamuotojen perusteella) dynaamisen hinnoittelun kuvausta, joten tulkittavaksi jää kuuluuko kyseinen vaatimus myös EU-lainsäädäntöön.

Olennaisten tietojen asetus vaatii myös hintatietojen ilmoittamisen liikennevälineiden vuokrauspalveluihin sekä kaupallisiin yhteiskäyttöpalveluihin liittyen. MMTIS-asetuksessa hintatietojen ilmoittaminen koskee vain säännöllistä liikennettä.

Muuhun kuin säännölliseen liikenteeseen liittyen ainoa MMTIS-asetuksen kohta, jota voisi tulkita hintatietojen esittämiseen liittyväksi, on palvelutaso 3:ssa vaadittu: *Kustannusten laske-
miseksi tarvittavat parametrit, kuten polttoaineenkulutus.*

Matkatavaroiden kuljettaminen

Kansallinen lainsäädäntö vaatii tiedot matkatavaran kuljettamiseen liittyvistä mahdollisista rajoituksista ja hinnoista sekä säännöllisessä liikenteessä että liikennevälineiden vuokrauspalveluiden ja kaupallisten yhteiskäyttöpalveluiden yhteydessä. MMTIS-asetuksessa ei matkatavaroihin liittyen suoraan määrätä mitään tiedon avaamista.

Reaaliaikatieidot

Kansallinen lainsäädäntö vaatii tietoa tai palvelua, josta säännöllisen liikenteen kulkuvälineen reaaliaikainen sijainti reitillä käy ilmi. Sama vaatimus koskee myös muun kuin säännöllisen liikenteen palvelua. Nämä tiedot vaaditaan tosin vain, jos palveluntarjoajalla on ko. tieto saatavilla.

MMTIS-asetuksessa dynaamisten tietojen avaaminen jätetään jäsenvaltion oman harkinnan varaan eli EU-lainsäädännön puolesta se on vapaaehtoista. Siinä tapauksessa, että jäsenvaltio päättää tarjota kansallisen yhteyspisteensä kautta dynaamista dataa, antaa MMTIS-asetus siihen vähimmäisvaatimukset. Siinä reaaliaikatieitojen ilmoittamiseen liittyvät vaatimukset ovat vähäisempiä ja liittyvät poikkeusinformaation ja pysäkkien tai asemien ohitusaikojen ilmoittamiseen.

Palvelun tarjoajan tiedot

Olennaisten tietojen asetuksessa vaaditaan ilmoittamaan liikennepalvelun tarjoajan tiedot, joita ei ole tarkemmin määritelty MMTIS asetuksen vaatimissa tietokategorioissa. Säännöllisen liikenteen osalta tosin pyydetään ilmoittamaan liikenteenharjoittaja, mutta siihen liittyviä vaadittavia tietoja ei ole yksilöity. Vaadittavissa avatun datan metatiedoissa kuitenkin vaaditaan ilmoittamaan tietoja dataan liittyvistä vastuullisista tahoista: tiedon julkaisija, tiedon omistaja ja yhteyspiste – ei kuitenkaan välttämättä itse liikenteenharjoittaja, jos tiedon tuottaa ja julkaisee joku muu. (ks. Lubrich ym. 2019)

Palvelun maantieteellinen kattavuus tai käyttöalue

Olennaisten tietojen asetuksen vaatimuksiin kuuluvat palvelun maantieteelliseen kattavuuteen ja käyttöalueeseen liittyvät tiedot. MMTIS-asetuksessa tällaisia tietoja ei ole lisätty vaadittaviin datakategorioihin, mutta ne on sisällytetty vaadittaviin metatietoihin, joilla kuvataan avattua dataa (Lubrich ym. 2019).

3.4 Toimijat

Julkisen liikenteen toimijakenttä jakautuu viiteen pääkategoriaan: tilaajat, tuottajat, tiedon hyödyntäjät, viranomaiset ja loppukäyttäjät. Seuraavissa luvuissa on kuvattu eri toimijakategorioita ja toimijoiden rooleja tarkemmin (Kuva 10).



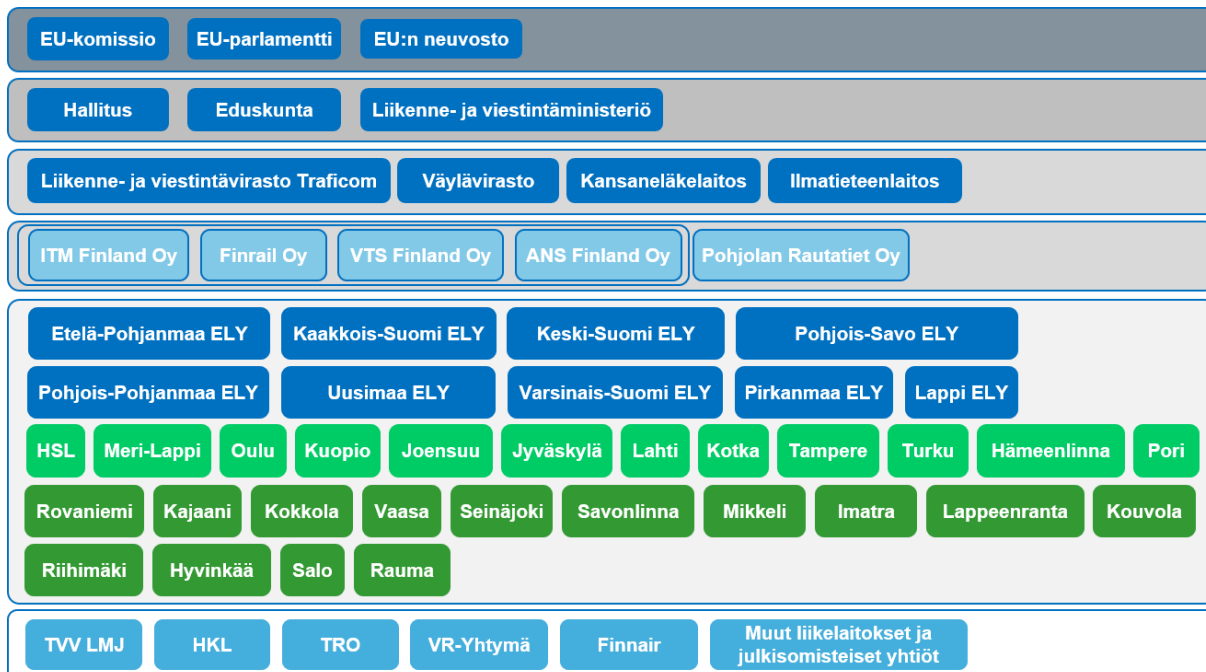
Kuva 10. Esimerkkejä julkisen liikenteen toimijoista.

3.4.1 Julkiset ja yleiset toimintaa ohjaavat toimijat

Julkisen liikenteen toimintaympäristöä ohjaavat toimijat on jaettu kahteen pääkategoriaan: julkisiin ja yleisiin toimijoihin. Julkiset toimijat käsittävät valtion hallinnon, ministeriöt, virastot, kunnat ja kaupungit sekä niiden omistamat liikelaitokset ja muut yritykset. Yleisillä toimijoilla tarkoitetaan kaikkia muita julkisen liikenteen informaatiojärjestelmiin liittyviä toimijoita eli käytännössä kaikkia markkinaehtoisia ja kolmannen sektorin toimijoita.

Julkisen liikenteen informaatiojärjestelmiin liittyvien julkisten toimijoiden joukkoa on pyritty hahmottamaan kerrostetun mallin avulla Kuvassa 11. Mallissa jokainen kerros edustaa hallinnollisesti laajempaa toiminnallista kokonaisuutta. Jokaiseen kerrokseen on koottu kyseisen kerroksen palveluiden tuottamiseen liittyviä julkistoimijoita. Ylin hallinnollinen ohjaus Suomessa tulee EU:n tasolta, jonka päätöksiä toimeenpanee ja täydentää kansallisella lainsäädännöllä eduskunta ja hallitus. Tiiviissä vuorovaikutuksessa toimeenpanoon osallistuvat myös ministeriöt.

Ministeriöt ohjaavat virastojen ja muiden valtion laitosten toimintaa. Ministeriöt ohjaavat myös valtio-omisteisten yritysten toimintaa omistajaohjauksen kautta. Valtion yrityksiä hyödynnetään laajasti liikennepalveluiden ja niihin liittyvien palveluiden tarjoamisessa. Merkittävässä roolissa julkisen liikenteen toimintaympäristössä on myös toimivaltaiset viranomaiset (TVV), jotka Kuvassa 11 on sijoitettu toiseksi alimmalle tasolle. TVV:a on kolmen tyyppisiä: Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY-keskukset), jotka järjestävät liikennettä maakuntien alueella, Seudulliset TVV:t eli useiden kuntien ja kaupunkien alueella liikennettä järjestävät organisaatiot, ja kolmantena kunnalliset TVV:t eli yksittäisten kuntien alueella toimivat viranomaiset. TVV:t ja niiden roolit on määrätty Suomen lainsäädännössä. Lisäksi useat kunnat ja kuntayhtymät omistavat liikelaitoksia ja yrityksiä, jotka luetaan tämän raportin piirissä pääsääntöisesti julkisiksi toimijoiksi.



Kuva 12. Toimintaympäristön julkisia toimijoita.

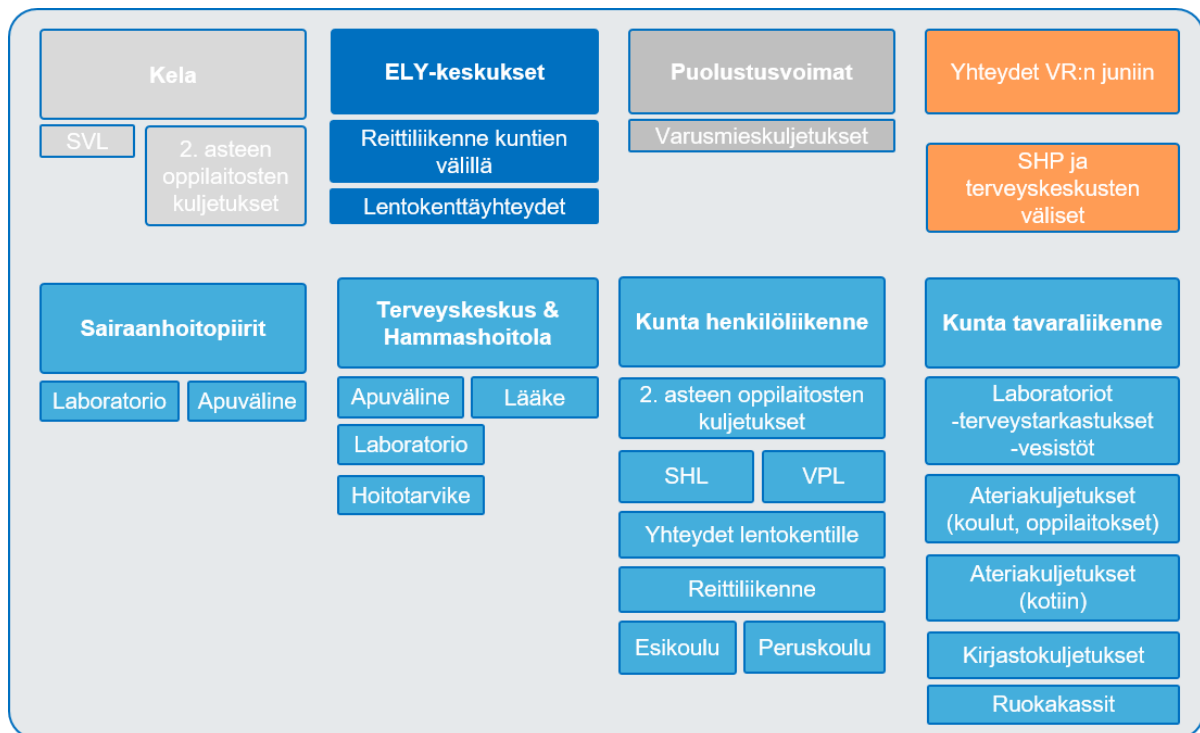
Toimintaympäristön yleisiä toimijoita on kuvattu Kuvaan 12. Kuvan vasempaan laitaan on koottu yleisellä tasolla julkishallinnon toimijat. Keskelle on kuvattu julkisomisteiset liikelaitokset ja yritykset sekä markkinaehtoiset toimijat. Lisäksi kuvassa on myös avattu yleisellä tasolla näiden toimijoiden rooleja. Yksityiskohtaisempi kuvaus rooleista esitetään luvussa 3.5.3. Yksittäisellä toimijalla voi olla useita eri rooleja toimintaympäristössä. Kuvan oikeaan laitaan on kuvattu yleisellä tasolla ja esimerkinomaisesti kolmannen sektorin toimijoita, jotka ohjaavat ja vaikuttavat toimintaympäristöön.



Kuva 11. Toimintaympäristön yleisiä toimijoita.

3.4.2 Kuljetuksia järjestävät ja toteuttavat toimijat

Yhteiskunta järjestää useita eri kuljetuksia ihmisille ja tavaroille. Osa kuljetuksista perustuu lakisääteisiin vaatimuksiin, kun taas osalla turvataan palvelutasoa ja liikkumismahdollisuuksia kansalaisille siellä, missä markkinaehtoiset palvelut eivät ole kannattavia tai muusta syystä saatavilla. Näitä kuljetuksia järjestäviä ja toteuttavia toimijoita on luokiteltu Kuvaan 13. Jokaisen toimijan yhteyteen on myös kuvattu kyseisen toimijan järjestämiä, tilaamia ja/tai kustantamia kuljetuksia. Useat yhteiskunnan järjestämät kuljetukset tilataan markkinaehtoisilta toimijoilta tai julkisorganisaatioiden omistamilta liikelaitoksilta ja yrityksiltä.



Kuva 13. Yhteiskunnan järjestämiä kuljetuksia (Muokattu lähteestä: Siirilä ym. 2017).

3.4.3 Digitaalisia matkatietopalveluita tarjoavat ja mahdollistavat toimijat

Digitaaliseen matkatietoon perustuvien palveluiden tarjoamiseen liittyy usean tyyppisiä toimijoita. Kuva 14 näyttää, millaisia toimijaryhmiä palveluiden tuottamiseen voi kuulua ja antaa niihin kuuluvista toimijoista muutamia esimerkkejä.

Kuvassa ylimpänä ovat kuluttajille *matkatietopalveluiden tarjoajat*, jotka voivat tarjota esimerkiksi reittioppaita, matkatietoa hyödyntäviä lippusovelluksia tai MaaS-palveluita. Tämän lisäksi matkatietoon liittyy muita loppukäyttäjryhmiä, jotka esimerkiksi tekevät matkatiedon pohjalta seurantaa, analyysiä ja suunnittelua. Näitä palveluita ei ole tässä kuvassa esitetty, mutta ne kuuluvat laajempaan kehikkoon matkatietoon liittyvistä palveluista ja toiminnoista (ks. Kappale 2.3).

Kuluttajarajapinnassa toimivat sekä julkisen sektorin että yksityisen sektorin toimijat, jotka tarjoavat erilaisia käyttöliittymiä tai sovelluksia omaan usein alueelliseen tai johonkin tiettyyn liikkumismuotoon liittyvään palvelukokonaisuuteensa. Ainoa koko maan henkilökuljetuspalvelutarjonnan esille tuomiseen tarkoitettu alusta on ollut Traficom (aikaisemmin Liikenneviraston) tuottama *matka.fi*, mutta reitti- ja aikataulutiedon puutteet ovat olleet esteenä sen käyttökelpoisuudelle. Sisällöllistä puutteista huolimatta palvelu on kuitenkin teknisessä mielessä toiminut varsin hyvin ja tarvittaessa edelleen kehitettävissä huomioimaan tiedontuottajien vaatimuksia, mahdollisimman laajalle tiedon avaamiselle palvelun kautta. Lisäksi jotkut isot kansainväliset toimijat, kuten Google, pyrkivät koostamaan itse eri lähteistä mahdollisimman laajan tarjonnan.

Näiden toimijoiden tarjonta keskittyy kuitenkin lähinnä kaupunkialueille ja säännöllistä liikennettä tarjoaviin isoimpiin liikenneoperaattoreihin.

Matkatietopalveluiden käyttöliittymissä ja sovelluksissa käytettävien toimintojen toteuttaminen tapahtuu erilaisten taustatoimintojen ja -komponenttien avulla, joiden toteuttajia ja tarjoajia yhdessä voitaisiin kutsua omaksi kerrokseksi: *palvelulogiikan- ja älyn tarjoajat*. Nämä toimijat tarjoavat ohjelmistotuotteita ja palveluita, joiden avulla loppukäyttäjien palveluiden toiminnot toteutetaan. Tällaisia mahdollistavan kerroksen tuotteita ovat esimerkiksi reitityspalvelut, liputusjärjestelmät ja MaaS-palveluiden vaatimat yhdistämis-, maksamis- ja clearing-ratkaisut. Osa logiikka- ja älykerroksen toiminnoista voi hyvinkin olla käyttöliittymän ja sovelluksen tarjoajan omia toimintoja, mutta ne voivat olla myös laajemman ekosysteemin tarjoamien palveluiden kokonaisuus.

Matkatietopalveluiden tarjoajat	HSL LMJ Traficom	Matkahuolto Liikennöitsijät	VR Savonlinja Here Google Pohjolan liikenne MaaS Global Moovit Perille.fi
Palvelulogiikka ja -äly	Lippu- ja maksu-operaattorit	Maas Global Here Google	
Matkatiedon koostajat	HSL Traficom Waltti-toimijat	Matkahuolto Here Moovit Google Perille.fi MaasGlobal	
Matkatiedon tuottajat	HSL Waltti-toimijat Finavia Lautta.net	TMFG Liikennöitsijät Tv. viranomaiset Matkahuolto	Pienliikenne-operaattorit Liityntä-pysäköintiop.
Pysäkkitiedon tarjoajat	Väylä	Matkahuolto Kunnat ELY-keskukset	
Paikka- ja osoitetiedon tarjoajat	OSM-yhteisö Whos On First Väestörekisterikeskus Maanmittauslaitos	Google	Karttatiedon tarjoajat Google Here OSM-yhteisö
Alusta- ja ohjelmistotoimittajat	OSM-yhteisö	OpenTripPlanner Project CGI	Vinka Kyyti SkedGo Fara InfoTripla PayIQ Tieto Mattersoft Sitowise Esri BitFactor
IT-palveluoperaattorit	Pilvipalveluiden tarjoajat	Tietoverkkopalveluiden tarjoajat	Tietoturvapalveluiden tarjoajat ■ ■ ■

Digitransit-toimija

Kuva 14. Esimerkkejä nykyisistä toimijoista ja heidän rooleistaan digitaalisten matkatietopalveluiden mahdollistamisesta ja tarjoamisesta.

Matkatiedon koostajat keräävät saatavilla olevan reitti- ja aikataulutiedon, reaaliaik tiedon sekä muun tarvittavan matkatiedon palveluiden ja niiden logiikan hyödynnettäväksi. Tämä toimijakerros on MJDI-selvityksen keskiössä – puhutaan koontikannasta tai koontikannoista sekä niihin liittyvistä palveluista. Tietojen koontia tapahtuu tällä hetkellä monella taholla, eikä ole olemassa yhtä kansallista koontikantaa. Traficomin matka.fi-palvelun mahdollistavaan koontikantaan kerätään osa lähinnä julkisten toimijoiden ja valtionyhtiöiden tuottamasta avoimesta matkatiedosta, mutta esimerkiksi kaupallisten liikenteenharjoittajien tiedot puuttuvat pääosin. Matkahuolto kerää matkatietoja usealta sadalta linja-autoliikenteen harjoittajalta oman palvelunsa pohjaksi, ja esimerkiksi Google tekee sitä monista eri lähteistä oman Google Transit -palvelunsa pohjaksi.

Digitoitua matkatietoa tuottavat monet tahot tarjoamistaan kuljetuspalveluista joko itse tai jonkun heitä edustavan toimijan toimesta (*Matkatiedon tuottajat*). Säännöllisen reittiliikenteen tietojen lisäksi yhä enenevässä määrin tiedontuottajia syntyy myös muun kuin säännöllisen liikenteen palveluiden toimijoista. Esimerkiksi pienliikkumispalvelut ovat integroitumassa luonnolliseksi osaksi kaupunkien matkatietopalveluita. Samalla myös henkilökohtainen liikkuminen, esimerkiksi yksityisautoilu, pyritään liittämään joukkoliikenteeseen tarjoamalla tietoa liityntäpysäköinnistä, jolloin myös liityntäpysäköintiä tarjoavat pysäköintioperaattorit tulevat matkatiedon tiedontuottajiksi.

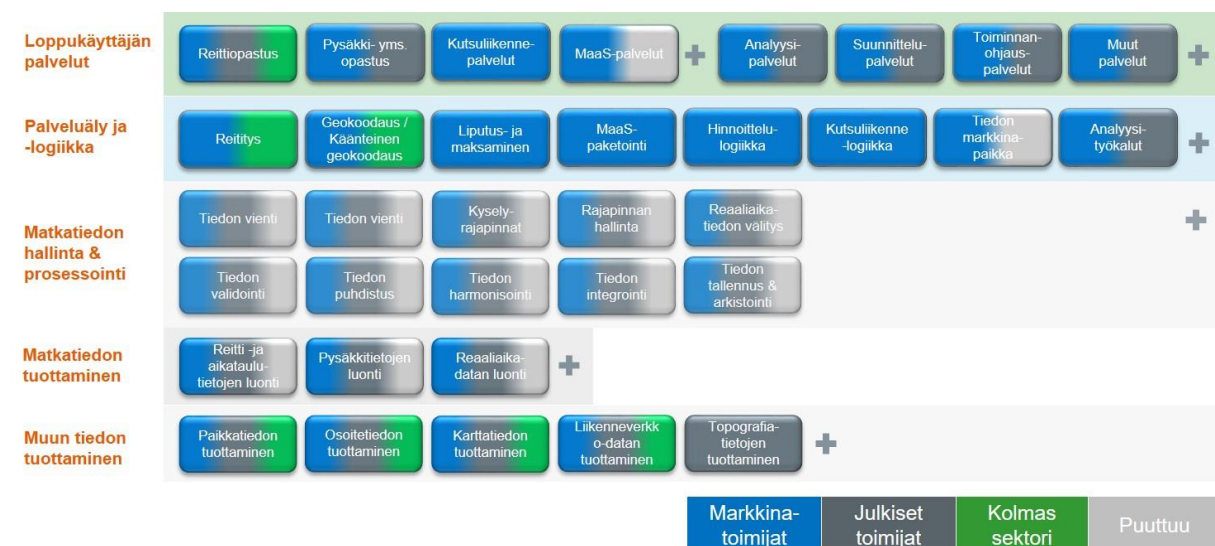
Pysäkkitiedon tarjoajat ovat vastuussa matkatiedon osalta keskeisestä paikkatiedosta, liityntäpisteistä (pysäkit, asemat jne.), joiden varaan säännöllisen reittiliikenteen reitit rakentuvat ja joista käsin muun kuin säännöllisen liikenteen palvelut saa käyttöön. Suomessa liityntäpiste-tieto on hajallaan erilaisissa toimijakohtaisissa sekä kulkumuotokohtaisissa tietovarannoissa. Tieverkon osalta Väylävirasto ylläpitää Digiroad-lailla (2003) ja Digiroad-asetuksella (2003) määrättyä Digiroad-tietokantaa, johon sisältyy myös joukkoliikenteen pysäkit. Julkiset toimijat toimittavat pysäkkiaineistonsa Digiroadiin, josta se irrotetaan erillisenä aineistona matkatieto-palveluiden rakentamisen mahdollistamiseksi. Matkahuollolla on tämän lisäksi oma pitkän ajan tuloksena rakennettu joiltain osin tarkempi pysäkkitietokanta heidän omia palveluitaan varten. Nämä kaksi suurta pysäkkitietovarantoa ovat suurelta osin päällekkäisiä, mutta tiedoiltaan poikkeavia. On huomattava, että Digiroadin ja Matkahuollon aineisto sisältävät vain linja-auto-liikenteen sekä HSL:n raitiovaunuliikenteen pysäkit ja asemat, muttei muiden kulkumuotojen liityntäpisteitä.

Jotta reittioppaita ja karttapohjaisia palveluita voidaan tarjota, tarvitaan myös muut *paikka- ja osoitetiedon tarjoajat* sekä *karttatiedon tarjoajat*. Suomessa osoitetietojen maantieteellistä sijaintia tarjoaa Digi- ja väestötietoviraston (entinen Väestörekisterikeskus) avoin data-aineisto. Maanmittauslaitos puolestaan tarjoaa topografisen aineiston. Muussa aineistossa, kuten tieverkon ja geokoodausdatan osalta luotetaan paljolti kansainväliseen yhteisöllisesti tuotettuun tai kaupallisten toimijoiden aineistoon.

Itse palveluiden rakentamisessa *alusta- ja ohjelmistotoimittajat* ovat tärkeässä asemassa kaikkien aiemmin mainittujen kerrosten teknisten ratkaisujen toteuttamisessa. Erityisesti Suomen tämän hetken vallitsevissa koontikanta- ja OTP-pohjaisissa reittipasaratkaisuissa CGI:llä on keskeinen rooli.

IT-palveluoperaattorit puolestaan tarjoavat niitä tietoteknisiä palveluita (esim. pilvipalvelut, tietoliikenne jne.), joiden avulla digitaalisia palveluita voidaan operoida ja jakaa eri käyttäjille.

Arvoverkkoa voitaisiin laajentaa vielä laajemmallekin, esimerkiksi laitevalmistajiin, jotka tarjoavat kaikki ne laitteet, joiden avulla digitaalisten palveluiden kehittäminen, operointi ja jakaminen voidaan toteuttaa, mutta tämän selvityksen puitteissa ei toimijakentän tarkastelua syvennetä enempää.



Kuva 15. Nykytilanteessa käytössä olevia kyvykkyyksiä toimialasektoreittain.

Toteutusympäristön käytössä olevia kyvykkyyksiä nykytilanteessa (ks. Kuva 15) tarkasteltaessa voidaan todeta, että julkinen ja kaupallinen sektori tekevät vahvasti yhteistyötä eri toimintojen toteuttamisessa. Tyypillisesti teknologiaratkaisujen tuottaminen on ulkoistettu kaupallisille toimijoille, mutta sisällöllinen ohjaus tulee julkiselta taholta. Huomattavaa on kuitenkin merkittävä, useimmiten kansainvälisen, kolmannen sektorin toimijan hyödyntäminen palveluiden rakentamisessa. Suomessa avoimen lähdekoodin varaan on rakennettu sekä reititystä

(OTP) että jopa loppukäyttäjän palveluja (*Digitransit*). Lisäksi tiedon tuottajille palveluiden rakentamisessa välttämättömiä tietoja (kuten karttamateriaali, osoite- ja paikkatiedot, liikenneverkon kuvaus) tulee globaaleilta yhteisöllisiltä toimijoilta. Toki myös kaupallisia vaihtoehtoja hyödynnetään.

3.5 Nykyinen toimintamalli Suomessa

Edellisessä luvussa mainitut toimijaryhmät ovat luoneet Suomeen paikoin varsin hyvin toimivia matkatietopalveluita, mutta ne rajoittuvat joko tietylle alueelle tai tietyn toimijan, mahdollisesti tiettyyn kulkumuotoon rajoittuvaan aineistoon. Kattavaa ja ajantasaista kansallista aineistoa digitoidusta reitti- ja aikataulutiedosta ei ole koottu mihinkään eikä sitä ole kaikilta osin edes digitoitu digitaalisten matkatietopalveluiden vaatimalla tavalla.

Staattista matkatietoa sisältävään joukkoliikenteen koontikantaan on kuitenkin pyritty. LVM käynnisti tätä tarkoitusta varten projektin vuonna 2002 ja ensimmäinen kansallinen koontikanta valmistuikin jo vuonna 2003, keräten Matkahuollon, VR:n YTV:n ja TKL:n aikataulutiedot (Bäckström ym. 2012). Koontikannan varaan rakennettiin myöhemmin matka.fi-palvelu, jonka ajatuksena oli tarjota kansallinen reittiopas koko Suomeen kaikki joukkoliikennemuodot kattuen.

Koontikanta on edelleenkin olemassa, kuten myös matka.fi-palvelu. Parhaimmillaan se on sisältänyt n. 70% Suomen joukkoliikenteestä reittikilometreinä (Leskinen ym. 2016). Uuden liikennepalvelulain voimaantuloon asti *Valtakunnallinen liikennelupajärjestelmä (VALLU)* oli merkittävä tietolähde reitti- ja aikataulutiedoissa, sillä näiden tietojen tuottaminen järjestelmään oli kaikilta luvanvaraisilta joukkoliikennetoimijoilta laissa määrätty. Nytemmin markkinaehtoisien liikenteen reittiliikennelupavaatimuksesta luopuminen on aiheuttanut myös sen, että reitti- ja aikataulutietoja ei näiltä osin enää lupaprosessin yhteydessä kerätä. Ajatus on, että kansallinen yhteyspiste (NAP) kerää kaikkien toimijoiden reitti- ja aikataulutietojen rajapinnat omaan hakemistoonsa ja mahdollistaa kenelle tahansa koonnin sitä kautta. Käytännössä tällaista koontia ei pienellä vaivalla kuitenkaan voida tehdä ja siksi kansallinen koontikanta on näiltä osin kuihtunut.

Pysäkkitieto on osa keskeistä koontikannan aineistoa. Sen osalta Suomessa Liikenneministeriö käynnisti Liikennetelematiikan rakenteiden tutkimus- ja kehittämisohjelman TETRA:n vuoden 1998 alussa. Sen yhteydessä toteutettiin myös DigiStop-hanke, jossa laadittiin keskitetty tietojärjestelmä pysäkkitietojen hallintaan. Uusi kansallinen pysäkkirekisteri otettiin käyttöön vuonna 2014 osana Liikenneviraston omistamaa Digiroad-tietojärjestelmää, jolloin DigiStop lopetettiin. Kansallinen pysäkkirekisteri sijaitsee edelleenkin osana Digiroadissa sijaitsevaa kansallista tieverkkoa kuvaavaa tietokantaa ja siitä irrotettu pysäkkitietokanta ja GTFS-muotoinen pysäkkilistaus toimivat edelleenkin referenssikantana kansallisen koontikannan reitti- ja aikataulutiedoille.

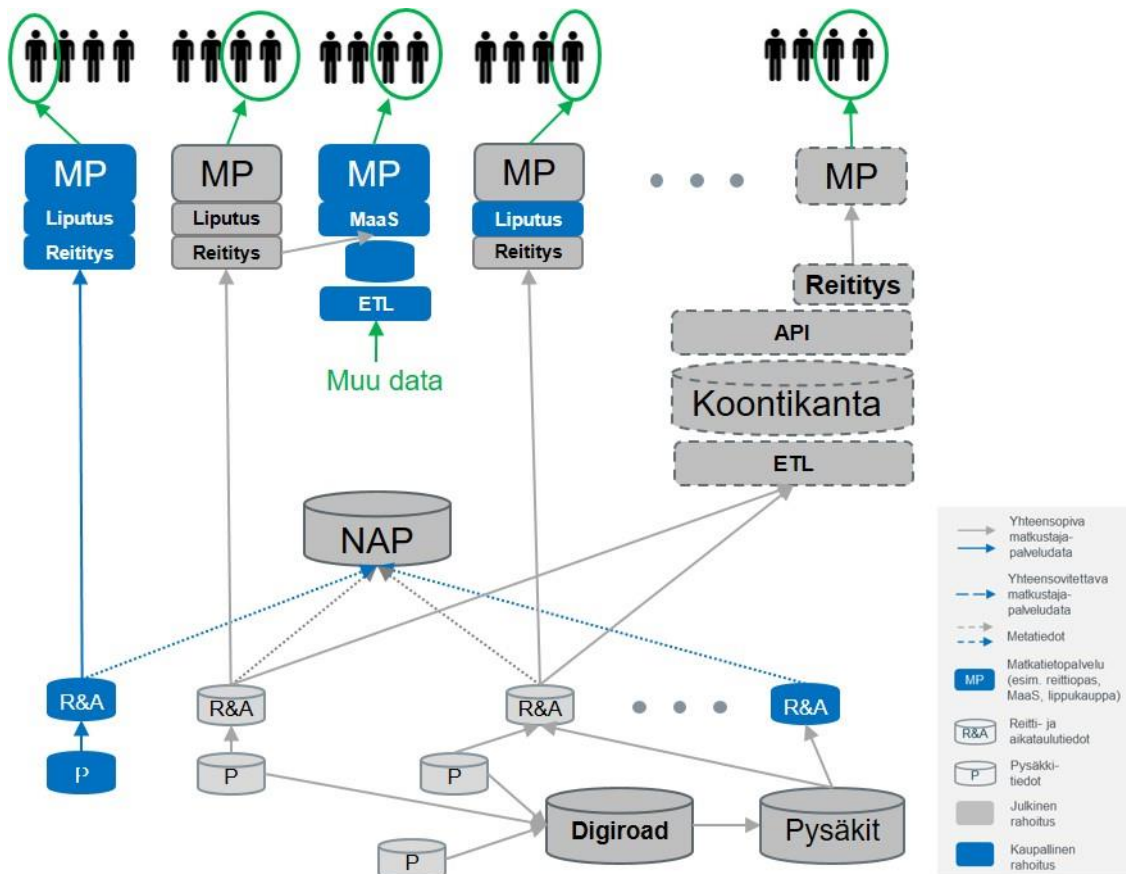
Matkahuolto on aikojen saatossa luonut oman valtakunnallisen pysäkkitietokannan, joka on pysäkkien osalta suurelta osin päällekkäinen, mutta pysäkkikohtaiselta tietosisällöltään poikkeava ja tarkempaa tietoa sisältävä. Matkahuolto ei ole ollut halukas siirtymään kansallisen Digiroad-pysäkkirekisterin käyttöön, koska heidän oman pysäkkitietokannan sisältö on heille syntynyt strateginen tietovaranto, joka palvelee paremmin kuin Digiroadissa olevat tiedot.

Yhteenvetona voidaan sanoa, että Suomessa on useita tahoja, jotka tuottavat reitti- ja aikatauludataa sekä sen pohjana tarvittavaa pysäkkidataa. Julkiset tahot toimittavat pysäkki-, reitti- ja aikataulutietonsa edelleen olemassa olevien käytäntöjen ja prosessien mukaan koontikantaan (ja sitä myöten myös matka.fi-palvelun aineistoksi). Matkahuolto luo lähinnä kaukoliikenteen bussien osalta oman koontikantansa oman palvelunsa pohjaksi, mutta tämä tieto ei siirry koottuna kansalliseen koontikantaan lisenssierimielisyyksistä johtuen. Sen sijaan Matkahuollon kooma tieto omilta sopimusliikennöitsijöiltään jaetaan erillisinä liikennöitsijäkohtaisina, Matkahuollon omaan dataan perustuvina paketteina kansallisessa yhteyspisteessä.

HSL sekä Waltti-toimijat luovat omista aineistoistaan alueellisia reittioppaita ja matkustuspalveluita, mutta tarjoavat matkatiedot myös avoimina paketteina kaikkien käyttöön sekä siirtävät

datan koontikantaan. VR tarjoaa omaa lippu- ja aikataulupalvelua, mutta tarjoaa matkatietoa myös TMFG:n kokoamana avoimesti muiden käyttöön ja koontikantaan. Tämän lisäksi voidaan mainita esimerkiksi *MaaS Global*, jonka *Whim*-palvelu käyttää suoraan HSL:n tarjoamaa Digitransit-reititysrajapintaa Helsingin seudun liikenteen osalta.

Kuva 16 näyttää yksinkertaistetun esityksen Suomen matkatietopalveluiden rakentumisesta ja tarjonnasta tällä hetkellä.



Kuva 16. Nykyinen organisoituminen digitaalisten matkatietopalveluiden tarjoamisessa Suomessa.

3.6 Esimerkkejä toimintamalleista muissa maissa

Seuraavissa esimerkeissä on kuvattu lyhyesti Suomen toimintaympäristöä lähellä olevien maiden, Ruotsin ja Norjan, toimintamalleja julkisen liikenteen informaatiojärjestelmien järjestämisessä.

3.6.1 Ruotsi

Ruotsissa julkisen liikenteen informaatiopalveluiden järjestäminen on organisoitu eräänlaisena PPP-yhteistyönä. Yhteistyö kiteytyy 34 eri kuljetusyrityksen ja julkisen toimijan yhdessä omistamaan Samtrafiken-osakeyhtiöön, jolla 2019 oli 28 työntekijää ja sen liikevaihto oli 8,5 miljoonaa euroa. Samtrafikenilla on omistajien lisäksi myös noin 20 muuta yhteistyökumppania. (Nordic Market Data AB 2020).

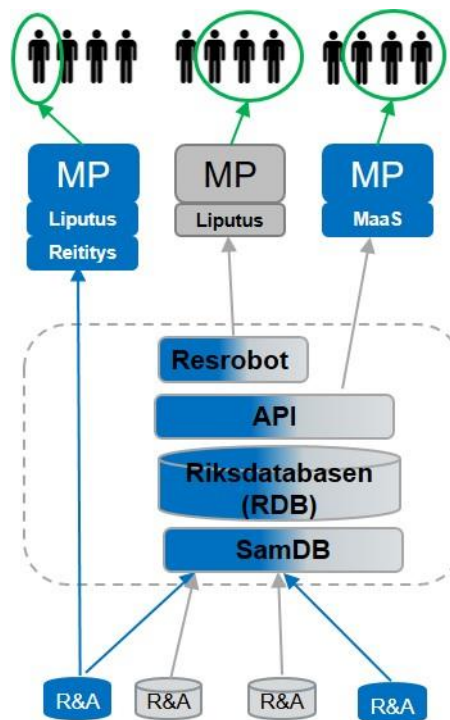
Samtrafikenin kumppaniksi pääsee tekemällä yhteistyösopimuksen. Yhteistyösopimuksella kumppanista tulee osa valtakunnallista Resplus lippu- ja matkayhteistyötä. Resplus-yhteistyö tarkoittaa käytännössä kansallista varausjärjestelmää, jonka kautta voidaan myydä yhdistettyjä eri toimijoiden matkoja matkaketuina. Kansallista varausjärjestelmää hyödyntävät useat

eri verkkosivustot, edustajat ja matkatoimistot. Samtrafiken pidättää pienen komission kumppaneiden lipputuloista Resplus-yhteistyön toimintakustannusten kattamiseksi. (Samtrafiken 2020a)

Kumppanisopimuksen allekirjoittamisen jälkeen toimijat voivat myös liittyä Samtrafikenin omistajaksi sijoittamalla 60 000 kruunua (noin 5700 euroa) yhtiön osakkeisiin ja allekirjoittamalla Samtrafiken-konsortiosopimuksen. Kaikki mukana olevat yritykset omistavat yhtä suuren osuuden, joten kaikilla osaomistajilla on tasa-arvoinen vaikutusmahdollisuus. (Samtrafiken 2020a) Yhtiön hallitukseen kuuluu 11 henkilöä: 4 yksityisten yritysten omistajien edustajia, 6 julkisten yhteisöjen omistajien edustajia ja kuljetusalaista riippumaton puheenjohtaja. Hallitus tekee päätökset yhtiön strategiasta, toteutuksesta ja sijoituksista. (Samtrafiken 2020b)

Lippu- ja matkayhteistyön lisäksi Samtrafiken kerää Ruotsin liikenneviraston toimeksiannosta matkustajaliikenteen aikataulutiedot yhteen kansalliseen tietokantaan ja tarjoaa tiedon näyttämiseen ja matkojensuunnitteluun Resrobot-reittiopasta (Samtrafiken 2020c). Resrobot-reittioppaasta voi myös ostaa matkat rajapintojen kautta. Muiden tarjoamiensa palveluiden lisäksi Samtrafiken kehittää toimialan standardeja ja varmistaa, että maan toimijat noudattavat tarpeellisia standardeja (Samtrafiken 2020d).

Kansalliseen tietokantaan tehdään noin 400 000 kyselyä päivittäin liikenteenharjoittajien varausjärjestelmistä ja reittioppaista. Tietokanta sisältää liikennetietoja junista, linja-autoista, raitiovaunuista, metroista, vesi- ja lentoliikenteestä. Tietokanta tarjoaa matkustajille puolueettoman tiedon parhaasta matkavaihtoehdosta kussakin tilanteessa (Samtrafiken 2020e). Kaikien julkista liikennettä harjoittavien toimijoiden on Ruotsin Liikenneviraston asetusten mukaisesti toimitettava tiedot Samtrafikenille tietokantaa varten. Toimitettaviin tietoihin kuuluu muun muassa tiedot liikennöitävien linjojen aikatauluista, kuljetusvälineiden tyypeistä, mainostetuista linjanumeroista ja nimistä. Myös tiedot pysäkeistä, asemista ja muista pysähdyspaikoista sekä vaihtoajoista on toimitettava. (Samtrafiken 2020f) Ruotsin matkatietojärjestelmien organisoiminen on yksinkertaistettu Kuvaan 17.



Kuva 17. Digitaalisten matkatietopalveluiden organisointi Ruotsissa.

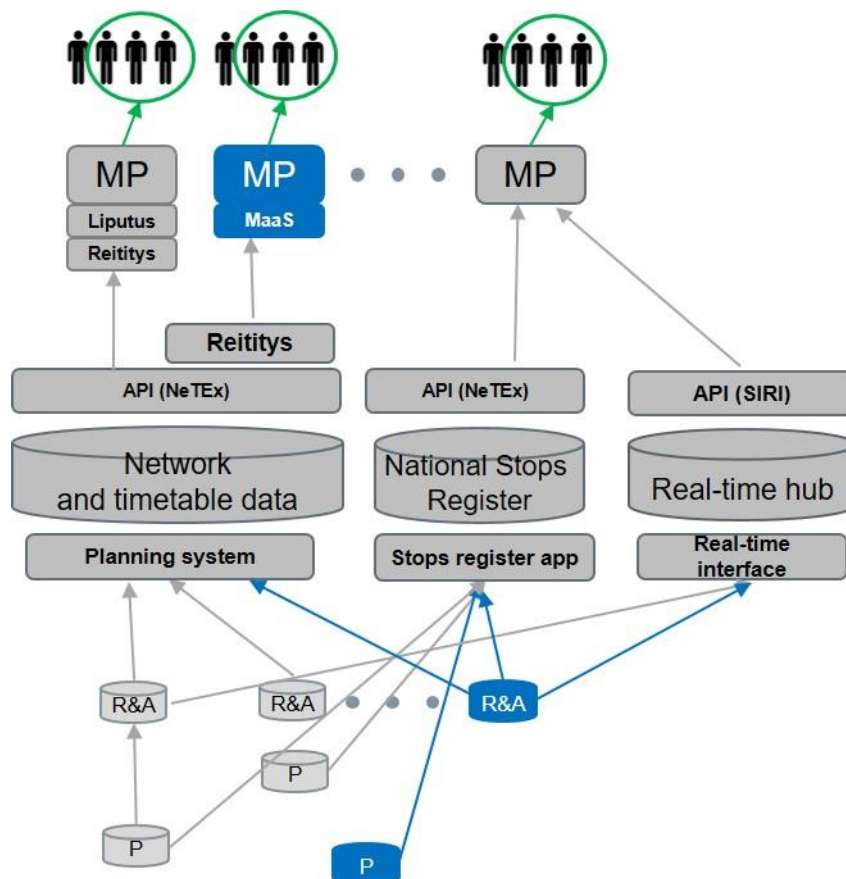
3.6.2 Norja

Norjassa julkisen liikenteen informaatiopalveluiden järjestämisessä Norjan valtio on ottanut merkittävän roolin. Tehtävää varten Norjan Liikenne- ja viestintäministeriö (nyk. Liikenneministeriö) perusti Entur-nimisen yhtiön eriyttämällä sen Norjan valtion rautateiden lippu- ja maksujärjestelmä yksiköstä osana rautatieuudistusta 2016. Enturin tehtävänä on tarjota yksi kilpailukykyinen, neutraali digitaalinen kanava matkasuunnitteluun ja kokonaisten matkaketjujen osamiseen. (Entur 2018)

Entur tarjoaa palveluita kahdella eri osa-alueella. Entur tarjoaa lippu- ja maksupalvelut (sisältäen asiakaspalvelun) kaikille rautatieoperaattoreille Norjassa. Tällä hetkellä kaikki rautatieoperaattorit käyttävät liputuspalveluita ja tavoitteena on saada myös kaikki linja-auto-operaattorit mukaan. Lippu- ja maksupalveluiden lisäksi Entur toimii kansallisena keskuksena julkisen liikenteen tiedolle. Kansalliseen tietokantaan kerätään kuudeltakymmeneltä julkisen liikenteen operaattorilta tietoja. Kaikki kerätty tieto tarjotaan avoimena ja ilmaisena palveluiden kehittäjille. Osana tietojen keräämistä Entur tuottaa myös kansallista reittiopasta. (Entur 2018)

2018 Enturilla oli noin 250 työntekijää, joista 40 oli osa- ja määräaikaisia. Suurin osa työntekijöistä toimii rautatieoperaattoreiden asiakaspalvelussa. Enturin liikevaihto vuonna 2018 oli noin 42,2 miljoonaa euroa ja liikevoittoa yhtiö teki noin 2,5 miljoonaa euroa. Komissioita Entur pidatti rautatieoperaattoreiden lipunmyynnistä noin 240 000 euroa. Lipunmyynnin lisäksi Entur sai tukea Norjan valtiolta noin 3,1 miljoonaa euroa vuonna 2018 (2017 tuki oli 1,8 miljoonaa euroa). Valtion tuki kohdistetaan sähköisten liputuspalveluiden kehittämiseen, julkisen datan hallintaan ja reittioppaiden suunnitteluun. (Entur 2018)

Digitaalisten palveluiden kehityksessä Entur perustaa ratkaisunsa avoimeen tietoon ja avoimeen lähdekoodiin pyrkiäkseen kehittämään palveluita yhdessä muiden kanssa helpommin ja kustannustehokkaasti (Entur 2018). Entur on ottanut joukko liikenteen informaatiojärjestelmien



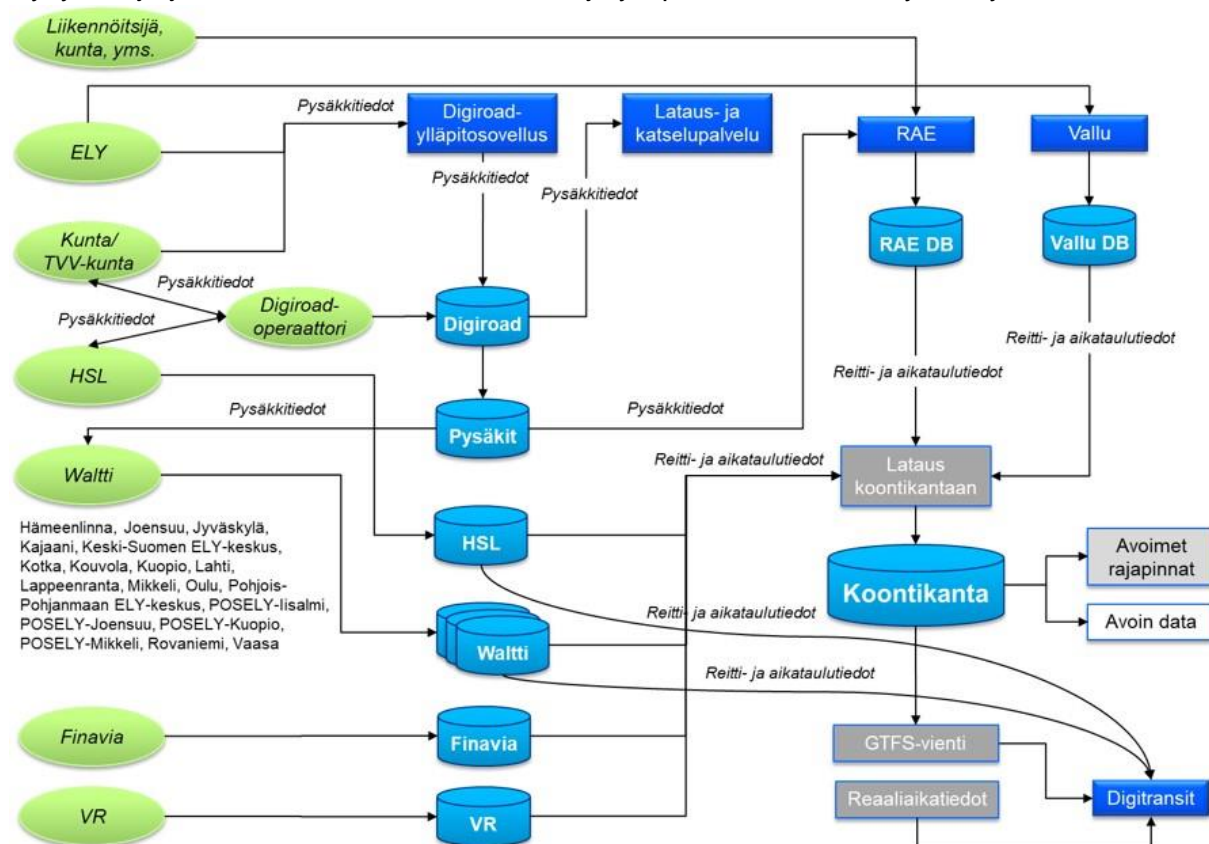
Kuva 18. Digitaalisten matkustuspalveluiden organisointi Norjassa.

kehitystyössä merkittävästi huomioon EU:n lainsäädännön ja kehittääkin NeTEx-pohjaisia ratkaisuja Transmodel-asetuksen mukaisesti. Norjan joukkoliikenteen informaatiojärjestelmien organisoituminen on yksinkertaistettu Kuvaan 18.

3.7 Nykyisen matkatiedon kansallisen koontikannan arkkitehtuuri

Nykyisessä kansallisessa koontipalveluratkaisussa Suomen joukkoliikenteen reittiaineisto kerätään kansalliseen joukkoliikenteen koontitietokantaan, joka toimii joukkoliikenteen suunnittelun ja järjestämisen tietopohjana. Koontikanta toimii myös matkojen suunnittelun pohjana matkustajille suunnatuissa matkatietopalveluissa. Kuva 19 esittää yksinkertaistetun toiminta-arkkitehtuurin, joka kuvaa nykyisen joukkoliikenteen koontitietokantaan liittyvät keskeiset elementit ja tietovirrat.

Nykyisen järjestelmän sisällön tuottamiseen ja ylläpitoon osallistuvat yhteistyössä liikennöitsi-



Kuva 19. Kansallisen koontikantapalvelun toiminta-arkkitehtuuri.

jät ja joukkoliikenneviranomaiset. Tietoa tuotetaan toimijoiden omista järjestelmistä koontikantaan siirtämällä tai tuottamalla sitä tietoa koostavien viranomaisten tarjoamilla työkaluilla.

Koontikantaympäristössä pysäkkitieto kootaan kansalliseen tie- ja katuverkon tietojärjestelmään, *Digiroadiin* (ks. luku 3.9.2). Tieto tuotetaan pysäkkitietoa tuottavien toimijoiden omista järjestelmistä tiedonsiirtoina (usein Digiroad-operaattorin avulla) tai viemällä ne järjestelmään Digiroadin ylläpitosovelluksella. Digiroadista pysäkkitiedot irrotetaan reitti- ja aikataulutietojen muodostamista varten eri toimijoille tarvittavissa muodoissa (esim. GTFS, CSV). Digiroad tuottaa ja jakaa myös reaaliaikaisen muutossanomien pysäkkimuutoksista, mikä mahdollistaa tietojen ajantasaisen harmonisoinnin eri järjestelmissä.

Reitti- ja aikataulutiedot tuotetaan usein myös toimijoiden omilla järjestelmillä. Koontikantaan kerätään tietoa tällä hetkellä lähinnä vain tiettyjen suurten julkistahojen (HSL, Waltti-kaupungit/alueet, VR ja Finavia) tuottamasta tiedosta. Tämän lisäksi Traficom tarjoamalla *reitti- ja*

aikataulueditorilla (RAE) voivat yksittäiset pienemmät toimijat (esim. liikennöitsijät, kunnat) tuottaa reitti- ja aikataulutietoa ja viedä sen RAE-työkalusta suoraan koontikantaan.

Valtakunnallinen tieliikennelupa- ja joukkoliikenteen suunnittelujärjestelmä (VALLU) on alun perin LVM:lle toteutettu liikennelupa- ja verkkoasiointijärjestelmä. Järjestelmä koostuu kahdesta osasta; *LupaVallu* ja *JoukkoliikenneVallu*. LupaValluun kuuluvat linja-autoliikenteen sekä taksi- ja tavaraliikenteen alalle tuloluvat. JoukkoliikenneVallu sisältää ELY-keskusten linja-autoliikenteen reitti- ja kutsujoukkoliikenneluvat ja sopimukset. Lisäksi JoukkoliikenneVallussa on lupiin liittyvät aikataulu- ja reittitiedot, joiden tuottamiseen VALLU tarjoaa vastaavan toiminnallisuuden kuin RAE-työkalu ja käyttää Digiroadista irrotettua pysäkkiaineistoa.

Eri lähteistä tulevat reitti- ja aikataulutiedot harmonisoidaan koontikantaan yhdeksi yhteensopivaksi valtakunnalliseksi reitti- ja aikataulutietovarannoksi, josta se tarjotaan avoimena datana GTFS- ja *Kalkati*-muodossa palveluntarjoajien käyttöön. Koontikannan data toimii myös lähteenä Digitransit-järjestelmän avulla toteutetulle matka.fi-reittiopaspalvelulle. Tässä tosin on huomattava, että HSL-data ja Waltti-data hyödynnetään pääosin suoraan ko. toimijoilta saadusta aineistosta – ei koontikantaan viedystä.

3.8 Keskeiset tietovarannot

Joukkoliikenteen järjestämiseen liittyvät osapuolet (matkustajat, operaattorit, tilausorganisaatiot jne.) tarvitsevat erityyppistä tietoa toimintojensa koordinointiin. Kuvassa 20 on jaoteltu eräitä joukkoliikenteen operointiin ja sen käyttöön liittyviä keskeisiä tietovarantoja tietoryhmitäin. Näiden tietoryhmien osalta tässä raportissa keskitytään tarkastelemaan erityisesti loppukäyttäjille suunnattujen informaatiopalveluiden edellyttämiä tietoja, jotka ovat luotettavan ja kattavan aikatauluinformaation ja reititispalvelun tarjoamisen edellytyksenä. Tässä raportissa käytetyn jaottelun mukaan näitä ovat:

- Säännöllisen liikenteen ydintiedot,
- Niitä täydentävät reaaliaik tiedot,
- Matkatietopalveluiden vaatimat lisätiedot.



Kuva 20. Keskeisiä matkatietopalveluihin liittyviä tietovarantoja.

Matkustajan kannalta tarvittavat tiedot vaihtelevat matkan eri vaiheissa. Ennen matkaa tarvitaan tietoa mm. kulkutavasta, tarjonnasta, matkaketuista ja hinnasta. Matkan aikana tarvitaan lähinnä tietoa reitin reaaliaikatoimeudesta, häiriötiedoista sekä pysäkkien ja vaihtojen sijain-

nista. Liikkumiseen liittyvät tietotarpeet riippuvat myös käyttäjäryhmästä. Satunnaiset matkustajat tarvitsevat tietoa yleisestä aikataulutiedosta reititykseen, kun taas säännölliset käyttäjät lähinnä informaatiota häiriö- ja poikkeustilanteista. Lisäksi erityisryhmille on tärkeää saada tietoa pysäkkien ja ajoneuvojen esteettömyydestä. Tyypillisiä peruskäyttöskenaarioita ovat esim.:

- Reittivaihtoehtojen etsiminen lähtöosoitteesta kohdeosoitteeseen.
- Reittivaihtoehtoja etsiminen kartalta valittavien pisteiden välillä.
- Jonkin tietyn pysäkin seuraavat lähdöt.
- Reittivaihtoehtoja näyttäminen kartalla (tien mukaan piirtyvästi).

Edellisten perustoimintojen lisäksi seuraavat reaaliaikainformaatioon pohjautuvat käyttöskenaariot ovat matkustajan kannalta toivottavia:

- Valitun reitin ajoneuvojen reaaliaikaisen sijainnin näyttäminen kartalla.
- Reaaliaika-arvio ajoneuvon aikataulun toteutumisesta.
- Reitillä tai liikennöinnissä olevista poikkeuksista informointi.

Tässä selvityksessä tietovarantojen kartoituksen lähtökohtana on reitti- ja aikataulutietojen osalta ollut avoimeen lähdekoodiin perustuvat reittiopasjärjestelmät ja niiden käyttöön liittyvät tietolähteet erityisesti sen suomalaisessa, Digitransit-käyttökontekstissa. Digitransit on avoimeen lähdekoodiin perustuva tuote ja palvelu, joka tarjoaa alustan valtakunnallisten reittioppaiden kehittämiseksi. Digitransit on HSL:n, Traficomin ja LMJ Oy:n (Waltti-kaupunkien) rahoittama palvelu. Taulukkoon 3 on koottu ne tietovarannot (ja niiden ylläpidosta vastaavat organisaatiot), joita nykyinen Digitransit-perustainen järjestelmä toiminnassaan hyödyntää.

Taulukko 3. Nykyisen Digitransit-pohjaisen järjestelmän keskeisten tietovarantojen kuvaus.

Tietovaranto	Tietosetti	Tietotyyppi	Tuottaja
Reitti- ja aikataulutiedot	HSL JORE	GTFS	HSL
	Koontikanta	GTFS	Traficom
	Waltti	GTFS	Waltti
	VR	GTFS	TMFG
Kartta-aineisto	OSM kartta	Vector tiles	OSM
Pysäkkitiedot	Digiroad pysäkkiaineisto	GTFS, CSV, SHP,...	Väylävirasto
Liikenneverkon kuvaus	OSM tiestö	PBF	OSM
Paikkatieto-aineisto	Custom Map Layers	GeoJSON	
Liityntäpysäköinti	HSL (Koonti: 36 operaattoria)	JSON, GeoJSON	HSL
Pienliikkumis-palvelut	Waltti-toimijat (esim. Föli, Oulu), HSL	JSON	Smooove, Samocat, Rolan...
Geocoding-tieto	WhosOnFirst, NLS Places, GTFS Stops, OSM, VRK open addresses	JSON	OSM, VRK, NLS
Topografia	Korkeuskäyrästä	geotiff	NLS
Dynaamiset tiedot	Ajoneuvonpaikkatieto	GTFS-RT	Operaattori
	Aikataulunmuutos	GTFS-RT	Operaattori
	Poikkeustieto	GTFS-RT	Operaattori

3.8.1 Reitti- ja aikataulutiedot

Reitti- ja aikataulutiedot ovat joukkoliikenteen informaatiojärjestelmien perusta. Ne sisältävät tietoa joukkoliikennereiteistä pysäkkiketjuineen ja pysäkkikohtaisine aikatauluineen koneluettavassa muodossa. Koneluettava tarkoittaa tässä sitä, että siitä voidaan automaattisesti luoda tietorakenne, jonka avulla matkatietoon perustuvat digitaaliset palvelut (esim. reittioppaat) pystyvät luomaan mm. reitityspalveluita. Koska reitti- ja aikataulutieto koostuu pysäkkiketjuista (ja nykyisin useimmiten myös kulkureittiä kuvaavasta tarkasta reittipistejonosta) tarvitaan viitetietona pysäkkietovaranto, josta reittiin pysäkit ja asemat valitaan (ks. Luku 3.8.2 alla).

Reitti- ja aikataulutietoa luodaan useassa lähteessä (liikenteenharjoittajat, liikenteen järjestäjät, viranomaiset jne.) ja tieto on alun alkaen hajallaan eri tiedontuottajien tietovarannoissa. Avainkysymys on se, kuinka eri tietolähteistä kerätty tieto saadaan toimimaan yhteen.

3.8.2 Pysäkki- ja asematiedot

Pysäkkitiedot ovat joukkoliikenteen informaatiojärjestelmän keskeinen elementti, sillä pysäkit (tai niiden yksikäsitteiset tunnisteet) sitovat kaikki reitit ja aikataulut toisiinsa. Linja-auto pysäkkejä on Suomessa n. 92 000. Tieliikenteen pysäkkiaineistoa tuotetaan yleiseen käyttöön Suomessa lähinnä Digiroadin "pysäkkistandardin" mukaan, joka määrittää ns. pakolliset/vähimmäistiedot seuraavasti:

- Valtakunnallinen yksikäsitteinen tunniste, ylläpitäjä, selväkielinen tunnistetieto (pysäkin nimi), tyyppi, liikennöintisuuntima (Liikennöintisuunta, jossa pohjoinen on nolla astetta, koko kierros myötä päivään 360 astetta. Lasketaan irrotuksen yhteydessä tiegeometriasta).
- Koordinaatit, jotka sidotaan Digiroadissa tien keskilinjaan. Vapaaehtoisena tietona olisi mahdollista antaa myös pysäkin tarkat maastokoordinaatit ETRS-TM35FIN/EPSSG 3067 muodossa, mutta tätä mahdollisuutta hyödynnetään yleensä vain, mikäli pysäkin sijainti eroaa merkittävästi lähimmästä tielinkistä.

Tarkemmat tiedot Digiroadin tallennetun pysäkkiaineiston kuvauksesta on esitetty Väyläviraston (2020) Digiroadin tietolajien kuvauksessa ja Liitteessä 5.

Digitransitin hyödyntämässä avoimen lähdekoodin OpenStreetMap (OSM, yhteisöprojekti kartta) ja OTP-pohjaisessa reititysjärjestelmässä käytetään hyväksi sekä GTFS-muotoista että OSM-muotoista pysäkkiaineistoa. Digiroadin pysäkkiaineistosta tehdään koontitietokannan reitti- ja aikatauluinformaation luomiseksi ns. GTFS-irrotus. OSM-pysäkkiaineisto käsittää Suomen osalta n. 31 000 pysäkkiä ja sen sisältämän tiedon tarkkuus on osoittautunut hyväksi. OSM-pysäkkietomalli on kuitenkin "väljä" ts. attribuutit vaihtelevat suuresti, mutta niillä on kuitenkin hyvä vastaavuus Digiroadin pysäkkiattribuutteihin, jos tiettyihin käytäntöihin sitoudutaan.

OSM:n jossain määrin epäselvät käyttöluvien (Odbl-lisenssi) ehdot ovat kuitenkin olleet haasteena aineiston hyödyntämiselle osana Digiroadin pysäkkiaineistoa. Tämän vuoksi on tarkasteltu lähinnä Digiroad-aineiston tuontia OSM:lle (Peltonen 2016). Massalataukset OSM-aineiston osaksi vaativat OSM-yhteisön kanssa sovittujen toimintamallien noudattamista ja suurta huolellisuutta vahinkojen välttämiseksi. Joitakin massalatauksia Digiroad-aineistosta on kuitenkin OSM:n osaksi tehty.

Digiroad-pysäkkiaineiston muuntaminen OSM:n tietomalliin on suhteellisen suoraviivaista, mutta teknisiin haasteisiin päädytään, kun pyritään löytämään OSM:ssa jo olemassa olevien, usein tunnistettomien, pysäkkien ja lisättävien pysäkkien välillä vastinparit kaksoiskappaleiden välttämiseksi. Tässä Digiroad-aineiston tien keskilinjaan sidottujen pysäkkien koodinaatien ja OSM-pysäkkien (tien varsiin oikeisiin maantieteellisiin paikkoihin sidottujen) sijaintien välillä joudutaan etsimään vastaavuuksia. Peltosen (2016) mukaan kuitenkin n. 90 prosenttia

Digiroadin olemassa olevista pysäkeistä pystyttäisiin siirtämään osaksi OSM-aineistoa ilman merkittäviä manuaalisesti ratkaistavia konfliktitapauksia.

3.8.3 Kartta- ja paikkatiedot

Kartta-aineistolla tarkoitetaan tässä yhteydessä sekä paikkatieto- että varsinaista kartta-aineistoa. Kartalla käsitetään mittakaavan mukaisesti pienennettyä ja merkeiltään selitettyä piirroskuvaa tietystä alueesta, jolla voidaan havainnollistaa paikkojen ja reittien sijaintia toisiinsa nähden. Paikkatiedolla puolestaan käsitetään sitä tietoa, joka on sidottu maantieteelliseen sijaintiin ja sitä kuvaavaan koordinaattijärjestelmään.

Kartta- ja paikkatietoaineiston tehtävinä reittiopasjärjestelmissä on tarjota matkustajan kartta-pohjainen käyttöliittymä reitin visualisoimiseksi ja matkustajan opastamiseksi esim. lähimmälle pysäkille. Taustajärjestelmän osalta reitti- ja paikkatietoa käytetään reitityskoneen reititysalgoritmien perusaineistona. OTP-reitityskone käyttää OSM:n kartta- ja paikkatietoaineistoa kävely- ja pyöräilyreittien reititykseen ja GTFS-aineistoa joukkoliikenteen reitittämiseen.

Kartta-aineistoon voidaan laskea kuuluvan myös maaston topografiatiedot, joita voidaan hyödyntää reittiopaspalveluissa erityisesti kevyen liikenteen, lähinnä jalankulun ja pyöräilyn osalta. Topografiatiedot voidaan liittää osaksi reitityskoneen (OTP) aineistoa. Suomen osalta tämän laserkeilatun korkeustiedon tarkkuus noin 30 cm.

Reittiopaspalvelun karttalehdillä on mahdollista näyttää erilaisia kohdepisteitä, kuten pysäkejä, lipunmyyntipisteitä jne. Nämä pisteet voidaan esittää vektoripohjaisina karttatiilinä ja visualisoida taustakartan päällä. Esimerkiksi Digitransit palvelussa vektori-kartat ovat Mapboxin vektori-tiili muodossa (<https://github.com/mapbox/vector-tile-spec>).

Reittioppaisiin oleellisesti liittyvät geokoodauspalvelut mahdollistavat sijainnin löytämisen hakusanoilla, jotka voivat sisältää paikannimiä, osoitteita, kiinteistötunnuksia tai karttalehtiä. Lisäksi palvelut tarjoavat myös käänteistä geokoodausta (reverse geocoding), eli lähimpien kohteiden hakemista annetuilla koordinaateilla. Reittiopaspalvelut tarjoavat yleensä mahdollisuuden tehdä lähde ja kohdepisteiden paikkahakuja osoitetiedon perusteella tai reitityksen matkustajan nykyisen sijaintitiedon perusteella. Kaupallisten järjestelmien aiheuttamien kustannusten johdosta nykyinen matkustajainformaatiojärjestelmä (Digitransit) hyödyntää vain avoimien rajapintojen tarjoamia geokoodaus-/reverse geokoodauspalveluita ja sen toteuttamisessa Pelias-järjestelmää. Digitransit koostaa geokoodaus-/dekoodauspalvelun Pelias-järjestelmän avulla useista eri lähteistä. Näistä tärkeimmät ovat Maanmittauslaitoksen ja Digi- ja Väestötietoviraston avointen rajapintojen sekä OSM-yhteisön osoitetieto (geokoodaus ja reverse geokoodaus) palvelut. HSL:n Digitransit tarjoaa oman geokoodaus-/reverse geokoodausrajapintansa, mutta itse lähdeaineisto on siis muiden tuottamaa.

3.8.4 Reaaliaikatiedot

Reaaliaikaisilla seurantatiedoilla on keskeinen merkitys sekä matkustajan matkustusmukavuuden, että joukkoliikenteen sujuvuuden ja seurannan kannalta. Muutostiedot ovat oleellisia matkustajille, jotka voivat varmistaa matkaketjussa sujuvan siirtymisen liikennevälineestä ja liikennemuodosta toiseen liikenteen solmukohdissa, liityntäpysäkeillä, terminaaleissa ja pysäkeillä. Kulkuaikojen ts. pysäkille saapumisten ja pysäkiltä lähtemisten ajankohtien analyysin perusteella pystytään varmistamaan aikataulusuunnittelun tuloksellisuus sekä suunnittelemaan ja varmentamaan matkustajan vaihtojen onnistuminen. Myös matkustajien palautteisiin vastaaminen on kyseisen tiedon perusteella helpompaa.

Ajantasaista tietoa joukkoliikennevälineen sijainneista ja liikennöinnin häiriöistä käytetään liikenteen hallinnassa, ja tieto välitetään myös informaatiopalveluiden tuottajille sekä sieltä edelleen matkustajille. Liikenneverkon häiriöistä ja muista toimivuusongelmista välitetään vastavuoroisesti tietoa liikennöitsijöille. Joukkoliikennevälineen sijainnin ilmoittamiseen on siis käytettävissä joko GTFS-RT- tai SIRI-standardit, mutta tiedon tiheän (esim. sekunnin) päivitysvälin

ja sen tietoteknisen käsittelyn raskaudesta johtuen suositaan usein paikkatiedon välittämistä muissa kevyemmissä formaateissa, esim. JSON-koodatussa muodossa.

Liikennevälinettä koskevat tiedot voivat antaa matkustajille informaatiota mahdollisesti kulkuneuvon täyttöasteesta sekä lastenvaunu- ja invalidipaikkojen tilanteesta. Tämän tiedon osalta ei vielä ole olemassa kattavia kansainvälisesti sovittuja esitystapoja. Tarve on kuitenkin tiedostettu ja esim. GTFS-RT-määrittelyssä on kokeellinen *occupancy-status* -kenttä, jonka avulla täyttöasteeseen liittyvää tietoa voidaan rajoitetussa määrin välittää. Myös SIRI-standardissa on varattu mahdollisuus esittää karkea arvio täyttöasteesta. Nykyiset tekniikat (esim. kamerapohjainen hahmontunnistus ja muut matkustajalaskentatekniikat) voivat kuitenkin antaa huomattavasti täydellisempää tilannekuvaa, ja ajoneuvon ISO 11898 -standardin mukaisesti CAN-väylästä voidaan saada muita liikennöinnin seurantaan ja matkustajapalveluihin mahdollisesti liitettäviä reaaliaikaisia tietoja tarvittaessa.

Suomessa on otettu käyttöön GTFS-RT-pohjaisen reaaliaikajärjestelmän välitys osana Digitransit-järjestelmää. HSL:n käyttämä järjestelmä käsittää häiriö- ja muutostietojen välittämisen lisäksi kulkuneuvojen sekunnin näytteenottovälein tapahtuvan reaaliaikaseurannan perusteella kulkuaikajärjestelmän käsittelyn. Kaikki reaaliaikaseurantaan liittyvät tiedot kerätään jälkikäsitteilyä varten myös HSL:n *Transitlog*-järjestelmään.

3.8.5 Uusia liikkumismuotoja koskevat tiedot

Kutsuohjautuvalla joukkoliikenteellä (DRT, Demand responsive transport) tarkoitetaan asiakastarpeen mukaan reitittyvää julkista liikennettä. Tämän tyyppinen kysyntäohjautuva joukko-liikenne käsittää mm:

- Reittien ja aikataulujen joustamisen,
- Yhdistelmän säännöllisistä julkisen liikenteen palveluista (kiinteä reitti, kiinteä aikataulu) henkilökohtaisiin taksipalveluihin (joustava reitti, joustava aikataulu).

Reittien ja aikataulun joustamisella tarkoitetaan sitä, että ”nimellisistä” kiinteistä aikatauluista, reiteistä ja pysäkeistä voidaan poiketa asiakastarpeiden mukaan siten, että matkustajat voidaan poimia ja jättää tavanomaisista pysäkeistä poikkeaviin määränpäihin. Myös käytettävä kalusto voi tilanteista riippuen joustaa ts. linjaa voidaan ajaa esim. sesongin mukaan pienemällä ajoneuvolla kuten minibussilla tai taksilla. Aikataulujen joustamisella viitataan sekä dynaamiseen reititykseen että ehdollisiin reittien ajamisiin, jolloin varsinaisia pysäkkikohtaisia kiinteitä aikatauluja ei voida määritellä.

DRT palveluita käytetään usein tilanteissa, joissa osa perinteisistä julkisen liikenteen palveluista puuttuu tai ne eivät ole kustannustehokkaita kysyntäalueiden tarpeiden kattamiseksi. DRT-ajattelussa keskitytään usein erityisryhmiin kuten vanhuksiin tai liikuntarajoitteisiin väestöryhmiin, koulukuljetuksiin jne., mutta niitä voidaan käyttää myös tehokkaasti ensimmäisen/viimeisen kilometrin liikkumisongelmien ratkaisemisessa syöttöliikenteessä tai tarvittaessa lisäpalveluina harvaan asutuilla seudulla. Kutsuohjattu joukkoliikenne voi toimia myös kaupunkialueilla kilpailukykyisenä vaihtoehtona henkilöautoliikenteelle.

Väestön ikääntymisen ja yksityisautoilusta luopumisen on arvioitu lisäävän kutsuohjatun joukkoliikenteen tarvetta ja joustavien ”ovelta-ovelle” palveluiden (MaaS) kysynnän olevan kasvussa. Kutsuohjattu ja joustava liikenne voi vastata myös turismin tarpeisiin, kalustoa ja aikatauluja sekä reittejä voidaan sovittaa sesonkien mukaan. Joustavuuden tuomista eduistaan huolimatta kutsuohjattuun joukkoliikenteeseen liittyy kuitenkin myös joukko haasteita:

- Kutsuliikenteen ja perinteisen joukkoliikenteen yhteensovittaminen voi olla hankalaa.
- DRT-tyyppinen liikenne kilpailee perinteisen taksiliikenteen kanssa tarjoten periaatteessa saman tyyppisen palvelutason (yleensä yhteiskunnallisesti subventoidulla) joukkoliikenteen hinnoittelulla.

- DRT-liikenne on hankalaa reitityksen optimoinnin kannalta – ihmisten tarpeita on vaikea ennakoida, matkojen tilaukset voidaan tehdä hyvin myöhään, eikä toisaalta ole välttämättä takeita siitä, että matkustaja lopulta ilmaantuu pysäkillle.
- Liikenteen suunnittelujärjestelmissä ei ole yleensä tukea DRT-tyyppiselle liikennöinnille.

Kutsuohjattuun liikenteeseen liittyvän tiedon välityksen määrittelyä on tehty sekä GTFS-yhteisössä että pohjoismaissa SUTI-määrittelyksen puitteissa. Transmodel/NeTEx-standardoinnissa DRT-tyyppisen liikenteen painoarvo näyttää julkisesti saatavien lähteiden perusteella olleen toistaiseksi vähäinen, mutta esim. Norjan NeTEx -profiilissa DRT-tarpeet on huomioitu.

Toinen DRT-liikenteeseen liittyvä määrittely on Pohjoismaissa käytössä oleva SUTI-standardi, koska SUTI-määrittely on puoliavoin, avoimen lähdekoodin tukea ja sen pohjalta toteutettuja työkaluja SUTI-määrittelyä ei tietyllä tavalla kuitenkaan ole olemassa. Tällöin määrittelyä käytetään laajemmin tai sen integrointia osaksi laajempaa (esim. OTP-perustaista) kokonaisuutta on tarkasteltava erikseen.

Toistaiseksi varsinaiset joukkoliikenteen järjestämiseen liittyvät DRT-palvelut ja niitä koskevat määrittelyt ovat olleet kokeellisia, ja tuotantokäytön asteelle niitä ei ole tietyllä tavalla vielä laajasti. HSL:llä oli vuosina 2012-2015 kuitenkin tuotantokäytössä ollut kutsuliikennekokeilu Kutsuplus, jossa pienellä ajoneuvomäärällä (15) ja palvelualueella kokeiltiin DRT-palvelua, jossa kuluttajat mobiilisovelluksen avulla saattoivat tilata kyydin pysäkillä toiselle omien tarpeidensa ja aikataulunsa mukaan 45-60 minuuttia etukäteen. Kokeilun tulokset olivat hyvinkin lupaavia, mutta HSL:n taustalla olevan kuntayhtymän rahoitustilanne ja kokeilusta aiheutuneet 8 M€:n kustannukset estivät palvelun laajentamisen ja palvelusta luovuttiin 2015 (HSL 2016).

3.8.6 Muut tiedot

Tällä hetkellä näyttää loppukäyttäjille tarjotuissa joukkoliikennepalveluissa korostuvan uudet mikroliikkumisen muodot, kuten kaupunkipyörät ja sähköpotkulaudat, jotka on jo voitu integroida osaksi mm. reittioppaiden palvelutarjontaa. Tätä integraatiota helpottaa esim. avoimet rajapinnat, joita yritykset tarjoavat sekä erilaiset avoimet määrittelyt, kuten General Bikeshare Feed Specification (GBFS), joka määrittelee yhteisen JSON muotoisen esitystavan yhteiskäyttöisiä pyöriä koskevalle tiedolle. Siten se on helppo integroida osaksi julkista liikennettä ja erilaisia karttapohjaisia sovelluksia. Muiden mikroliikkumismuotojen, eli lähinnä potkulautojen osalta vastaavaa yhteistä määrittelyä ei vielä ole. Useimmat ko. liikkumispalveluiden tarjoajat ovat kuitenkin avanneet myös sovellusohjelmointien rajapinnan omiin järjestelmiinsä, mikä helpottaa oleellisesti järjestelmäintegraatiota⁶. Monet joukkoliikennetoimijat, kuten HSL ovat jo ottaneet kaupunkipyörät ja sähköpotkulaudat osaksi julkisen liikenteen liikkumispalveluiden tarjontaa.

3.9 Tiedon tuottamiseen liittyvät keskeiset prosessit

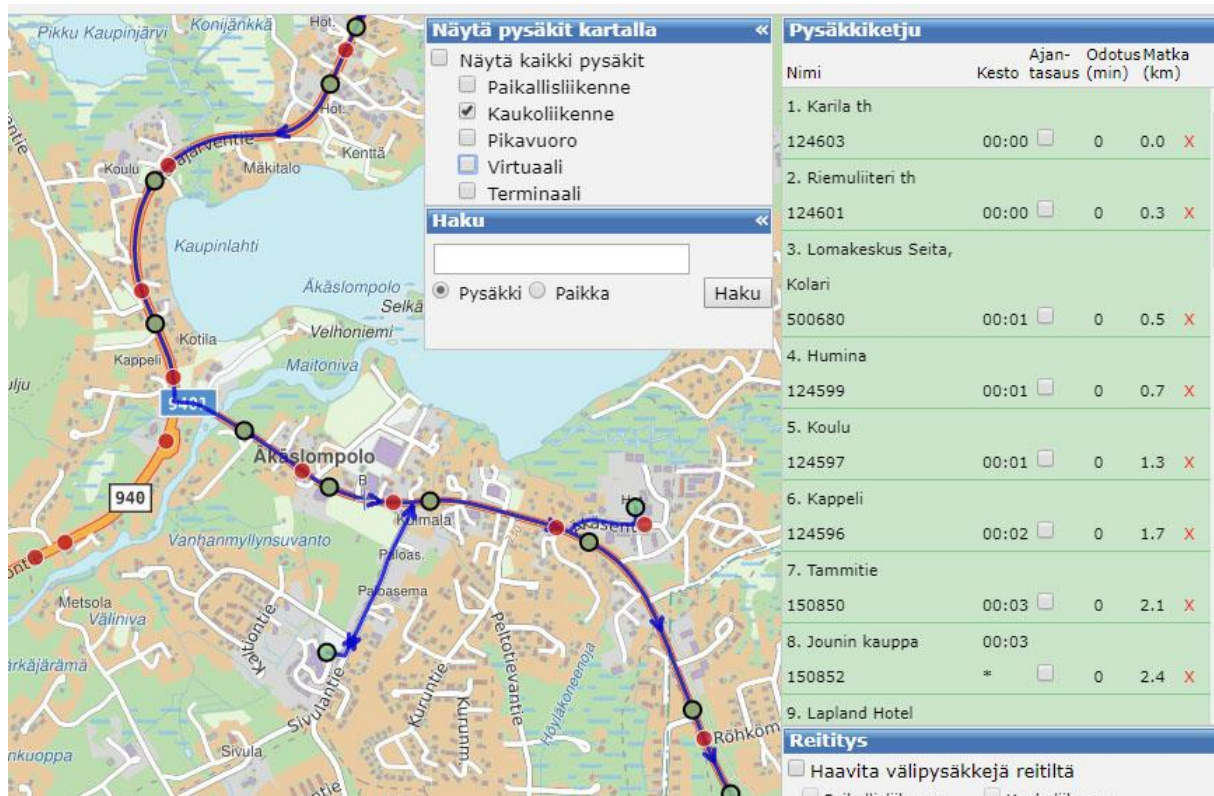
3.9.1 Pienten toimijoiden reitti- ja aikataulutietojen tuottaminen

Pienille toimijoille säännöllisen henkilöliikenteen reitti- ja aikataulutietojen digitoimiseksi kone-luettavaan muotoon on tarjolla RAE-työkalu⁷ (Kuva 21). RAE-työkalulla voi tallentaa säännöllisen linja-autoliikenteen reitti-, pysäkki-, aikataulu- ja ajopäivätietoja. RAE-työkalua ylläpitää ja hallinnoi Traficom ja sillä voidaan tallentaa joukkoliikennereittejä pysäkkiketjuineen ja pysäkkikohtaisine aikatauluineen GTFS-muotoiseksi aineistoksi. RAE-työkalussa julkaistut reitit siirtyvät tällä hetkellä julkaisun jälkeen Traficomin joukkoliikenteen koontitietokantaan sekä

⁶ Katso yksityiskohtainen lista liityntöjen tarjoajista ja liityntärajapinnoista useilla maantieteellisillä (Eurooppa, Yhdysvallat) alueilla: <https://github.com/ubahnverleih/WoBike>

⁷ <https://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/saannollisen-henkiloliikenteen-reitti-ja-aikataulutiedon-digitoiminen>

NAP-palveluun. RAE-työkalun käytössä on Digiroad-palvelun pysäkkiaineisto ja RAE mahdollistaa ladata jo valmiiksi GTFS-muodossa olevan aineiston työkaluun jatkokäsittelyä varten.



Kuva 21. Näkymä reitti- ja aikataulueditori (RAE) -työkaluun.

RAE-työkalussa reitin perustietojen (liikennöintimuoto, tyyppi, reitin tunnus, nimi jne.) kuvaamisen jälkeen annetaan reitin päätepisteiden välinen pysäkkiketju, joka voidaan "haavittaa" automaattisesti reitin varrelta hakusädetä ja välimatkaa säätämällä sekä käyttämällä hyväksi Digiroadista luettua pysäkkiaineistoa. Pysäkkien välinen reitti voidaan tämän jälkeen luoda *reitit*-toiminnolla automaattisesti karttapohjalle ja siihen voidaan tehdä interaktiivisesti tarvittavat muutokset (esim. välipysäkkien lisäys, poisto jne.). Reitin suunnittelun jälkeen voidaan antaa varsinaiset kalenteritiedot ja aikataulut (pysäkkiaikatauluineen) reitillä liikennöiville vuoroille. Lopputuloksena syntyneen reittiaikataulun voi tallettaa myöhempää käsittelyä varten luonnoksena tai sen voi tallentaa ja julkaista GTFS-muodossa koontitietokantaan ja NAP-palveluun tai vaihtoehtoisesti tiedot voidaan kopioida uuden reitin pohjaksi.

3.9.2 Pysäkki- ja asematietojen tuottaminen

Reitti- ja aikataulutiedon tuottaminen perustuu pysäkkietoihin, joita tällä hetkellä keskitetyt ylläpitävät sekä Digiroadista vastaava Väylävirasto (joka myös omistaa Digiroad-tietojärjestelmän ja vastaa sen toiminnasta, kehittämisestä ja tietojen luovuttamisesta) sekä Matkahuolto, joka on kerännyt Digiroadia tarkempaa pysäkkietoa omiin tarpeisiinsa. Matkahuollon keräämät tiedot eivät ole Digiroadin käytössä. Digiroadin pysäkkiaineiston ongelmana on se, että pysäkit sijoittuvat tie- ja katuverkon keskilinjageometrialle, eivätkä niiden todellisiin tarkkoihin paikkoihin tien reunassa.

Digiroadin sisältämien tietojen ylläpitovastuu on jaettu organisaatioille, joilla on käytettävissään paras ja ajanmukaisin tieto tie- ja katuverkosta. Tiedon ylläpitäjäorganisaatioita ovat Maanmittauslaitos, Väylävirasto, kunnat ja yksityistiekunnat sekä toimivaltaiset viranomaiset. Suomessa on tällä hetkellä n. 90 000 linja-autopysäkkiä, joista 63000 pysäkkiä on ELY:jen ja n. 27 000 kuntien tai toimivaltaisten viranomaisten ylläpitämiä.

Toimivaltaisten viranomaisen on luovutettava ajantasaiset pysäkkitiedot Digiroad-järjestelmään, josta ne edelleen jaetaan eteenpäin⁸. Digiroad toimii pysäkkitietojen valtakunnallisena päätietokantana (master-tietokantana), josta pysäkkitiedot siirtyvät valtakunnallisten joukkoliikenteen järjestelmien käyttöön. Näitä ovat esimerkiksi Matka.fi-reittipalvelu, VALLU (valtakunnallinen liikenneluparekisteri) ja Digitransit-pohjaiset reittipalvelut.

Pysäkki- ja asematietojen ylläpitovastuu kuuluu lain mukaan esim. HSL:lle, Föjlille, ELY-keskuksille ja kunnille:

- Kuntien joukkoliikenneviranomaisten vastuulla on päivittää toimivalta-alueensa katuverkon pysäkkitiedot Digiroadiin. Kiinteistöjen piha-alueilla sijaitsevien pysäkkien tietojen ylläpito kuuluu kunnan vastuulle, vaikka kiinteistö sijaitisi maantien varrella. HSL vastaa Digiroadissa niiden 7000 pysäkin tiedoista, jonka kautta se liikennöi, mutta HSL ei suoraan ylläpidä tietoja Digiroadissa vaan ne päivitetään siihen kerran viikossa HSL:n omasta pysäkkitietokannasta. Uudenmaan ELY-keskus ylläpitää muiden HSL:n alueen pysäkkitietoja. Muiden toimivaltaisten viranomaisten pysäkkiaineistoa ylläpidetään suoraan Digiroad-palvelussa.
- ELY-keskukset vastaavat maanteiden pysäkeistä.
- Yksityisteiden (joissa kulkee julkista liikennettä) pysäkkejä päivittävät tarpeen mukaan sekä kunta että ELY-keskus.

Pysäkkitiedot voi päivittää Digiroadiin ylläpitosovelluksella tai lähettämällä tiedot operaattorille sähköisessä muodossa. Digiroad-aineiston ylläpitosovellus on verkkoselaimella toimiva ja sen avulla käyttäjä voi karttapohjan avustamana tarkastella, muuttaa ja lisätä pysäkkien sijainteja sekä päivittää pysäkkien ominaisuustietoja. Pysäkkejä lisätessä järjestelmä tuottaa automaattisesti uuden valtakunnallisesti yksikäsitteisen pysäkkitunnisteen (ID:n). Aineiston käyttöoikeudet on rajattu maantieteen (kunta tai ELY-rajat) ja pysäkin ylläpitäjän (kunta, ELY-keskus) mukaan. Pysäkin omistajuus määrittyy Maanmittauslaitoksen hallinnollisen luokituksen mukaan: valtio, kunta tai yksityinen.

Mikäli pysäkkitiedon vastuullinen taho ei käytä Digiroad-palvelua ylläpitoon, toimitetaan tiedot Digiroad ylläpitäjälle (pysakit(at)digiroad.fi) sähköpostin avulla. Toimitettava tieto voi olla paikatieto-ohjelmiston tai katurekisterin tuottamaa paikka-aineistoa, luettelo taulukkomuodossa (määrätyssä CSV-formaatissa) tai skannattu kartta (enintään 30 pysäkkiä). Digiroad-operaattori lisää nämä tiedot Digiroad-palveluun.

3.9.3 Reaaliaikatietojen tuottaminen

Reaaliaikatiedot, joihin luetaan mm. sijaintitiedot, pysäkkiennusteet ja liikenneverkon häiriö- ja muutostiedot, ovat oleellisia joukkoliikenteen palvelutasoon ylläpitoon ja joukkoliikenteen käyttökynnyksen madaltamiseen liittyviä tietoja. Pääkaupunkiseudulla sekä Turussa ja Tampereella kaupungit tai viranomaiset vastaavat reaaliaikatiedon tuottamisesta. Muilla kaupunkiseuduilla reaaliaikatiedon tuottamisvastuu on sopimusliikenteen liikennöitsijöillä (esim. Jyväskylä).

Liikenneviraston teettämän esiselvityksen (Leskinen ym. 2016) mukaan tulevaisuuden joukko-liikenneinformaation koontipalveluun tulisi kuulua rajapinta, johon yhdistetään ja josta jaetaan ulospäin dynaamisia tietoja. Näiden reaaliaikatietojen tuottamiseen ei tällä hetkellä kuitenkaan ole yhtenäisiä käytäntöjä ja tietojen saatavuus sekä luotettavuus riippuvat toimijasta ja heidän käyttämistä järjestelmistä. Esiselvityksen ja siihen liittyvien kaupunkikohtaisten reaali-aikapi-lottien mukaan reaaliaikasanomille suositellaan Googlen määrittelemää GTFS-RT-formaattia, mutta myös NeTEx-standardin (SIRI-tiedot) kehityksen seuraamista ehdotetaan. Selvitys myös painottaa reaaliaikatiedon laadun ja sen validoinnin (ts. oikeellisuuden tarkastamisen) merkitystä.

⁸ Katso: <https://vayla.fi/avoindata/digiroad/yllapito/joukkoliikenteen-pysakit>

Käytännössä dynaamisen tiedon esittämiseen on OTP-pohjaisissa reittiopasjärjestelmissä (esim. Digitransit) mahdollisuus käyttää GTFS-RT-esitystapaa. Järjestelmä voidaan määritellä toimimaan *push*- tai *pull*-toimitavoilla, jossa pull-käyttömuodossa OTP asetetuin määrävälein käy hakemassa luetelluista URL-osoitteista GTFS-RT-muodossa esitetyt dynaamiset tiedot. Push-toimitavassa puolestaan ulkoinen tietolähde lähettää GTFS-RT-muotoisen tiedonsuoraan OTP:lle, joka käsittelee sen välittömästi/saatavilla olevien resurssien mukaan.

Jos kulkuneuvojen sijaintitietoa on paljon ja niitä koskevat reaaliaikaiset tiedot päivittyvät usein, saattaa OTP-pohjaisen reittiopasjärjestelmän suorituskyky kärsiä reaaliaikatiетоjen aiheuttamasta kuormituksesta. Esim. Digitransit palvelussa sijaintitietoja ei välitetä edellä kuvatulla mekanismilla vaan ajoneuvojen paikkatiedon esitys tehdään käyttöliittymätasolla MQTT-protokollan avulla. Varsinaiset dynaamiset tiedot tuotetaan jokaisessa reittiopasjärjestelmässä joko dynaamisen aineiston hallinnan tai kulkuneuvojen seurantarjestelmän (AVLS, *Automatic Vehicle Location System*) avulla.

Julkisen liikenteen matkaketjut saattavat muodostua etenkin haja-asutusalueilla eri kulkumuotojen (juna-bussi, lentokone-juna) yhdistelmistä, jossa linja-autovuorot on sidottu junan tai lentokoneen saapumisaikoihin. Sekä VR että Finavia tarjoavat matkaketjujen reaaliaikatiетоjen hakuun omat juna- ja lentoliikenteen tilannetietoa tuottavat rajapinnat avoimena datana.

Lentoliikennettä koskevia reaaliaikatiетоja (saapumisennusteet, laskeutumistiedot) ei löydy kansallisesta NAP-palvelusta, mutta ne ovat koneluettavassa muodossa saatavina rekisteröityneille käyttäjille⁹. Tieto on tarjolla JSON-muodossa, josta se voidaan erillisen välityspalvelun kautta muokata sopivaan esim. GTFS-RT tai vastaavaan (SIRI-standardi) muotoon. Lentokoneiden sijaintitietoa on saatavilla rajoitetussa määrin avointen rajapintojen kautta, mutta esim. alan johtava toimija *Flightradar24* ei tarjoa kehittäjille rajapintoja lentojen seurantaan. Sen sijaan kilpaileva *FlightAware*-palvelu tarjoaa kehittäjäportaaliassa API-rajapintoja rekisteröityneille kehittäjille.

Vastaavasti junaliikenteen reaaliaikatiетоja on saatavilla TMFG:n Digitraffic-palvelun kautta avoimen datan periaatteella REST-rajapinnoista (JSON muodossa) seuraavasti¹⁰:

- Matkustajajunien kokoonpanotiedot (junan tyyppi, kokonaispituus, junan reitin alku- ja päätepisteet, vetovoima ja vaunusto).
- Aikataulutiedot, jotka edelleen jakaantuvat kolmeen osaan: reaaliaikainen liikennetilanne, tulevat aikataulut, historiatieto eli toteumatieto jo menneistä junista, junien sijainti- ja nopeustiedot. Aikataulutiedot ovat saatavissa GTFS-muodossa.

Tietoja on tarjolla sekä GraphQL-kyselykielen avulla, että MQTT-protokollan muotoisena jatkuvana syöteenä.

3.9.4 NAP-aineiston tuottaminen

Liikennepalvelulaki on 1.1.2018 lähtien velvoittanut kaikkia liikenteen parissa toimivia yrittäjiä ja viranomaisia jakamaan tietoja omista palveluistaan kaikkien alan toimijoiden käyttöön. Velvoite tietojen jakamisesta koskee mm. taksi- ja bussiyrittäjiä sekä rautatie-, lento- ja laivayhtiöitä ja muita henkilöliikennepalveluiden tuottamiseen liittyviä tahoja, kuten pysäköintilaitoksia, autovuokraamoita, satamia sekä terminaleja. Toinen velvoite koskee niitä henkilöliikenteen tie- ja rautatietojen jakajia, joilla on käytössään lippu- ja maksujärjestelmä. Heidän tulee liikennepalvelulain mukaan avata myyntirajapinta perushintaisen kertalipun osalta.

Ko. tietojen jakamista varten on kehitetty NAP-palvelu (lomakepohjainen nettisivusto), jonne tallennetaan palveluntarjoajaa ja palvelua koskevat perustiedot sekä tiedot palvelua koskevasta rajapinnasta. Rajapinta on yksinkertaisimmillaan tietoa (esim. tiedosto) sähköisessä

⁹ Katso: <https://developer.finavia.fi/>

¹⁰ Katso: rata.digitraffic.fi

muodossa ilmoitetussa internet-osoitteessa tai mahdollisesti tietoja sisältävien koneluettavien rajapintojen tiedot. Mikäli omia palvelurajapintoja ei ole, kaikki vaaditut olennaiset tiedot voidaan tallentaa NAP-palvelussa. Tietojen avaamisen valvovana viranomaisena toimii Traficom vastaten samalla NAP-palvelun ylläpidosta.

Periaatteessa NAP-palvelun avulla voidaan välittää tietoa automaattisesti kahden järjestelmän välillä olettaen, että tiedot ovat molempien järjestelmien ymmärtämässä muodossa (ts. tiedolla semanttinen ja syntaktinen yhteensopivuus) annettujen rajapintatietojen mukaisissa osoiteissa. NAP ei sinänsä ota kantaa tiedon esitystapoihin tai tiedonsiirron yhteyskäytäntöihin eikä täten takaa tiedonsiirron yhteensopivuutta. Yleisesti NAP-järjestelmästä perustiedot (esim. liikennöintialue) ovat saatavissa GeoJSON-muodossa ja jossain tapauksissa aikataulu ja reittitietojen osalta GTFS-muodossa suoraan NAP-palveluun linkitettyinä aineistona.

Tietojen tuottaminen NAP-järjestelmään ja muutosilmoitusten katselu vaativat aina rekisteröitymisen. NAP-palvelu ohjeistaa käyttäjää kirjaamaan tiettyjä palveluita koskevat olennaiset tiedot, mutta itse muun tiedon tuottamiseen NAP-järjestelmä palvelukatalogina (ts. indeksinä varsinaiseen tietoaineistoon) ei ota kantaa. NAP antaa mahdollisuuden kuvata palveluhakemistoon yhdistetyn ulkoisen koneluettavan tiedoston formaatin (esim. CSV-, XML-, JSON-, GTFS- tai NeTEx-formaatit) sen sijainnin (osoitteen/URL:n) lisäksi. Itse aineiston tuottamisen jokainen ilmoitusvelvollinen hoitaa (muilta kuin perustietojen osalta) siis parhaaksi katsomallaan tavalla. Pienille säännöllistä reittiliikennettä harjoittaville toimijoille Traficom RAE-työkalu mahdollistaa itse palveluun liittyvän reitti- ja aikatauluaineiston tuottamisen GTFS-muodossa ja sen liittämisen osaksi NAP-palvelua.

4 Kehitystarpeet

4.1 Eri toimijoiden tarpeet

4.1.1 Matkustajat

Digitaaliset matkatietopalvelut ovat keskeinen osa joukkoliikenteen palveluiden sujuvaa käyttöä. Esimerkiksi pääkaupunkiseudun osalta Brandt ym. (2019) raportoivat kyselytutkimuksensa tuloksena, että 83 % kaikista vastaajista on käyttänyt reitti- ja karttapalveluita kyselyajankohtaa edeltävän 4 viikon aikana. Kyselytutkimuksen kohderyhmänä olivat Helsingin, Espoon, Vantaan ja Kauniaisten asukkaat. Kattavan ja hyvin toimivan multimodaalisen reittioppaan käyttö on itsestään selvä osa sujuvaa joukkoliikennettä ja vasta kun päätyy alueelle, jossa sellaista ei ole tarjolla, huomaa kuinka oleellisesta palvelusta on kysymys.

Digitaalisen matkatietopalvelun, jollainen reittiopaskin on, tulisi perusmuodossaan tarjota matkustajalle käyttäjäystävällisin hakupalveluin, mahdollisimman kattavaa ja ajantasaista tietoa liikkumismahdollisuuksista hänen lähtö- ja kohdepaikan välillä sekä esittää tieto mahdollisimman ymmärrettävässä ja selkeässä muodossa.

Käyttäjäystävällinen hakupalvelu tarjoaa helpon ja intuitiivisen tavan hakea matkatietoa annetuista kriteereistä. Jotta hakuja voidaan suorittaa tehokkaasti, täytyy palvelun perustua tarpeeksi kattavaan matkatietoon, jolloin erilaisten kriteerien käyttö on mahdollista. Tiedon tulee olla lisäksi reaaliaikaisesti vastaavaa, tarkkaa ja ajantasaista, jotta matkustaja voi luottaa saavansa kyselynsä vastauksena tietoa, joka vastaa hänen odotuksiaan käytännön suunnittelun ja matkustamisen osalta.

Kattavuus viittaa tässä useaan näkökulmaan, esimerkiksi palveluntarjoajien määrään ja liikkumismuotojen kirjoon. Kansalaisella pitäisi olla varmuus siitä, että matkatietojärjestelmästä löytyy kaikki liikennepalvelutarjonta. Kattavuuteen kuuluu myös multimodaaliset, useita liikkumismuotoja yhdistelevät, matkaketjut, joissa liikennepalveluita yhdistelemällä matkustaja löytää itselleen parhaimman (nopeimman, halvimman, ympäristöystävällisimmän jne.) vaihtoehdon silloinkin, kun lähtö- ja päätepisteen välillä ei ole sopivia suoria liikenneyhteyksiä.

Multimodaalisuuden vaatimuksessa esiin nousevat koko ajan enemmän myös muut kuin perinteisen säännöllisen reittiliikenteen liikennepalvelut. Kutsupohjainen liikenne, taksit, jaetut liikkumismuodot, joustavat liikkumispalvelut yhdistettynä henkilökohtaisiin liikkumismuotoihin muodostavat haastavan kentän matkatietojen yhdistämiselle säännöllisten reittiliikenteen muodostaman joukkoliikenteen rungon kanssa.

Alueellisen kattavuuden suhteen monelle riittää suurimman osan aikaa oman kulloisenkin lähialueen liikennepalveluiden löytäminen, mutta aika ajoin tarvitaan matkatietoa, joka kattaa koko maan tai tarjoaa jopa ylikansallista matkatietoa. Riittävän "Ovelta ovelle" -palvelutason saavuttamiseksi koko kansallinen liikennepalvelutarjonta tulisi saada käyttäjien ulottuville käyttäjän valitseman yhden palvelun kautta.

Perinteiset reittioppaat olivat pääasiassa suunnittelun välineitä, jotka perustuivat staattiseen reitti- ja aikataulutietoon. Nykyaikaisen reittioppaan oletetaan pystyvän palvelemaan myös matkan aikana ja hyödyntämään reaaliaikaisesti tietoa, jonka avulla käyttäjät esimerkiksi näkevät valitsemaansa palveluun liittyvän kulkuneuvon kartalla ja saavat reaaliaikaisesti perustuvia pysäkkiennusteita. Tämän lisäksi poikkeustilanteiden näkyminen reittiopastuksessa tulisi integroitua suoraan hakutuloksiin suunnittelussa ja reaaliaikaopastukseen matkan aikana.

Matkatietopalveluiden ja siihen tarvittavien tietovarantojen suunnittelussa tulisi myös huomioida erilaiset matkustajien kohderyhmät. Jo lainsäädäntö edellyttää huomioimaan muun muassa toimintarajoitteiset ihmisryhmät vaatimalla esteettömyystietojen lisäämistä matkatietoon ja saavutettavien palveluiden tarjoamista. Erilaiset kohderyhmät voivat muodostua myös erilaisten tarpeiden tuloksena. Työmatkajien lisäksi kaipaavaa erilaista tietoa ja mahdollisesti myös

eri tavalla esitettynä kuin kohteessa ensi kertaa oleva matkailija tai sukuloimassa syrjäseudulla vieraileva matkaaja.

Matkatietopalvelut ovat myös enenevässä määrin integroitumassa lippujen ja matkustusoikeuden ostopalveluiden kanssa. Lisäksi MaaS-palvelut hyödyntävät matkatietoja yhdistellessään liikkumismuotoja matkaketjuiksi. Käyttäjän kannalta oleellista on pystyä muodostamaan kuva eri matkustusvaihtoehtojen kustannuksista sekä maksettavalla hinnalla saatavasta palvelutastosta ja hänelle tärkeiden muiden kriteerien täyttymisestä.

Tulevaisuudessa matkatietopalvelut ja niihin yhdistetty maksaminen laajenevat osaksi suurempia kokonaisuuksia, ja esimerkiksi matkailun palveluiden ja liikkumispalveluiden yhdistäminen digitaalisten matkailijan palveluiden avulla toisi matkailijalle aivan uudella tavalla kohteiden saavutettavuuden käden ulottuville.

On myös huomattava, että suoraan matkustamiseen liittyvät palvelut eivät ole välttämättä ainoa matkatietoa hyödyntävä palvelutyyppi, joita kansalaiset voisivat hyödyntää. Viranomaisten ja liikenteenharjoittajien tapaan myös muuttoa harkitsevat ihmiset voivat haluta analysoida liikennepalvelutarjontaa esimerkiksi asuinpaikkaa valitessaan. Osallistavassa suunnittelussa puolestaan, viranomaiset voisivat kansalaisten kanssa yhdessä suunnitella alueen liikennettä olemassa olevan matkatiedon ja kerättyjen matkustussuoritetietojen pohjalta.

4.1.2 Liikenteenharjoittajat

Liikenteenharjoittajalla on useita tarpeita matkatiedon digitointiin ja matkatiedosta saataviin palveluihin. Markkinaehtoisessa liikenteessä ilmeisin tarve on saada välitettyä oma palvelutarjoamansa mahdollisimman tehokkaasti liikkumispalveluita käyttäville asiakkaille. Paperiaikataulujen aika alkaa olla menneisyyttä, ja omien palveluiden digitointi on siinä välttämätöntä. Palvelusopimusasetuksen (PSA) alaisessa sopimusliikenteessä digitoinnin voi tehdä viranomainenkin, mutta velvoite voidaan sopimuksella siirtää tässäkin tapauksessa liikennöitsijälle.

Digitoinnista syntyy tarve sellaisille työkaluille tai vaihtoehtoisesti palveluille, joilla laadukasta liikennepalvelua kuvaavaa digitaalista tietoa voidaan tuottaa. Tässä on huomattava, että monilla pienillä liikenteenharjoittajilla ei ole välttämättä resursseja, motivaatiota tai taitoja monimutkaisten järjestelmien käyttöön. Helppokäyttöisyyden rooli korostuu, jos liikenteenharjoittajan tulee itse käyttää digitointisovellusta. Tällöin tiettyihin tarkoituksiin räätälöidyt ja riisutut käyttöliittymät ja sovellukset voisivat puolustaa paikkaansa.

Vaihtoehtona itse tehdylle digitoinnille on *puolestadigitointi*, jossa tietojen digitointiin erikoistuneet toimijat tuottavat digitoidun materiaalin liikenteenharjoittajan puolesta kohtuullista korvausta vastaan. Tämä malli on jo pitkän ollut esimerkiksi Matkahuollon käytössä.

Digitaalisen matkatiedon tuottamisen lisäksi myös liikenteenharjoittajat voivat hyödyntää matkatietoa. Esimerkiksi oman liiketoimintansa suunnittelun tukena kattava tieto olemassa olevista palveluista auttaa asemoitumaan markkinoille, alueille ja reiteille, joissa tarjontaa ei ole riittävästi. Toisaalta matkaketjujen toimivuus tuo kaikille liikenteenharjoittajille enemmän asiakkaita, ja näin olemassa olevan matkatiedon analysointi oman tarjoaman sovittamiseksi matkaketjujen osaksi ja samalla kokonaispalvelutason parantamiseksi nousee tärkeäksi suunnittelun kohteeksi. Liikenteenharjoittajille on siis syytä miettiä myös välineitä matkatiedon hyödyntämiseen – ei ainoastaan velvoittaa digitointiin.

4.1.3 Viranomaiset

Alueellisilla ja paikallisilla viranomaisilla on velvollisuus valvoa palvelutasoa liikennepalveluiden osalta eri alueilla ja tarvittaessa päättää sellaisten liikkumispalveluiden tukemisesta, joiden tulee täydentää markkinaehtoisen liikenteen tarjoaman puutteita. Kattavaa matkatietoa tarvitaan analysoimaan eri alueiden palvelutasoa sekä halutun tai vaaditun palvelutason saavutta-

miseksi vaadittavien toimenpiteiden suunnittelua. Toimenpiteisiin kuuluu suunnitelmien pohjalta tarvittavien liikennepalveluiden hankinta, joiden toimintaa tulee jatkotoimenpiteiden suunnittelemiseksi myös seurata liikkumis- ja suoritetiedon perusteella.

Tämän lisäksi analyysiä liikennepalveluista tehdään myös valtakunnan tasolla, jotta resursseja ja toimenpiteitä voidaan kohdistaa tasapuolisesti riittävän palvelutason takaamiseksi koko maassa. Tällaisten, nykyään Traficomien tekemien, analyysien lisäksi niitä tekevät muutkin toimijat, kuten ympäristöön ja matkailuun liittyvät toimijat.

4.1.4 Digitaaliseen matkatietoon perustuvien palveluiden tarjoajat

Kun eurooppalaista ja kansallista lainsäädäntöä on lähdetty rakentamaan digitaalisten matkatietojen avaamisen suhteen, on laadukkaiden ja kattavien – jopa Euroopan laajuisten – lopputuotteiden matkatietopalveluiden mahdollistaminen ollut kantava päämäärä. Strategioissa ja lakien perusteluissa on nähty myös tärkeänä, että syntyy markkinaehtoisten toimijoiden muodostama digitaalinen palvelutarjoama, joka tekee liikkumispalvelut helposti löydettäväksi ja yhdistettäväksi. Näin on tavoiteltu tilannetta, jossa joukkoliikenne sekä muut ympäristöystävälliset liikennepalvelut tulisivat laajemmin käytetyiksi ja houkuttelevimmiksi. Digitaalisten matkatietopalveluiden tarjoajien tarpeet on siis nähty poliittisessa ohjauksessakin keskeisinä.

Laadukkaan matkatiedon saatavuus on perustavanlaatuisin tarve matkatietopalveluiden tarjoajalle. Tästä seuraa se, että kaiken liikennepalveluihin liittyvän tiedon on oltava saatavissa digitaalisessa muodossa. Jos niillä tahoilla, jotka tuottavat tietoa, ei ole motivaatiota tai vaatimusta tuottaa tätä tietoa, ei ole edes suurella työllä mahdollista koostaa kattavaa digitaalista tietovarantoa liikennepalveluiden tarjonnasta. Matkatietopalveluiden tarjoajilla on siis suuri tarve saada hyödynnettäviä digitointityökaluja ja puolestadigitointipalveluita digitointivastuussa oleville tahoille.

Jotta digitointi vielä tuottaisi laadukasta, helposti hyödynnettävää matkatietoa, tarvitaan kansallinen malli, jossa tietosisältöön ja tietojen yhdistettävyyteen liittyvät seikat on määritelty. Standardien käyttö tuo osan ratkaisusta tiedon muodon suhteen, mutta riippuen standardin joustavuudesta tai sen osien semantiikan määrittelystä on mahdollista tuottaa sovitun standardin mukaista mutta silti yhteensopimatonta tietoa. Käytännön esimerkki nykyjärjestelmässä yhteensopimattomuudesta on kansallisen yhteyspisteen (NAP) kautta avatut eri tiedontuottajien rajapinnat, joista edes samaa standardia noudattavien GTFS-pakettien yhdistäminen ei käytännössä onnistu esimerkiksi siksi, että niissä viitataan eri pysäkkietokantoihin.

Kansalliseen mallin tulisi taata, että tuotettu matkatieto on laadukasta sisältäen mm. seuraavanlaisia ominaisuuksia:

- Oikeamuotoisuus ja standardinmukaisuus (syntaktisesti ja semanttisesti), jolloin tietoa käyttävät ohjelmistot voivat automaattisesti käyttää ja tulkita tietoa esimerkiksi palveluiden toteuttamiseen liittyen luottaen tiedon yhdenmukaisuuteen.
- Yhdenmukaisuus, jolloin kaikki (eri lähteistäkin tuleva) tieto on sisällöllisesti yhtenäistä
- Tiedon oikeellisuus ja täsmällisyys, jolloin tiedon kuvaukseen suunnitellusta tai olemassa olevasta reaali maailman toiminnosta tai ominaisuudesta voi luottaa.
- Tiedon ajantasaisuus, jolloin tarjolla on paras nykyhetken tieto kuvattavista asioista.
- Täydellisyys, jolloin voidaan luottaa, että käytössä on kaikki tarvittava tieto.

Yksi osa kansallista mallia on vaatia liikennepalveluiden tarjonnan, esimerkiksi reitti- ja aikataulutietojen, kuvauksessa yhtenäistä referenssitietoa. Staattisen säännöllisen reittiliikenteen osalta pysäkkietorekisteri on tällainen referenssitietovaranto. Kaiken reitti- ja aikataulutiedon tulisi viitata samaan pysäkkietoon tai viitatus pysäkkietoon pitäisi ainakin olla automaattisesti linkitettävissä eri pysäkkietovarantojen kesken. Olisi siis suotavaa, että luotaisiin kansallinen

pysäkkirekisteri, jolle määritetään minimitietosisältö sekä selkeä ohjeistus millaista sisällön, nimentätapojen jne. tulisi olla. Jos joku haluaa erikseen pitää omaa pysäkkietokantaa esimerkiksi siksi, että haluaa tallettaa itselleen liiketoiminnallisesti tärkeää lisätietoa, tulee pitää huolta siitä, että minimitietojen osalta tiedot perustuvat yhteen kansalliseen rekisteriin.

Laadukkaan tietosisällön lisäksi paljon esille noussut tarve on laadukas tiedon tarjontapalvelu. Tämä tarkoittaa sitä, että laatukriteerit täyttävää tietoa pitäisi saada keskeytyksettä ja viiveettä kaikkina hetkinä 24/7-periaatteella, jotta sen varaan voisi rakentaa luotettavia palveluita. Ajantasaisten standardinmuotoisten tietopakettien saannin lisäksi on toivottu kyselyrajapintoja, josta voi hakea tarvittavan joukon tietoja rajaamalla tietojoukon tietotarpeen mukaan.

Edellä mainitut tarpeet viittaavat vahvasti malliin, jossa staattisten matkatietojen muodostama perusta matkatietopalveluille perustuisi tietojen koontiin ja siihen liittyvään laaduntarkistukseen sekä sitä parantaviin toimenpiteisiin sen sijaan, että jokaisen pitäisi tuo tieto kerätä ja muokata käyttökelpoiseksi kokonaisuudeksi itse lukuisten eri rajapintojen kautta.

Kuten jo matkustajienkin tarpeiden kohdalla on kuvattu, pelkkä staattinen reitti- ja aikataulutieto ei enää yksinään vastaa käyttäjien odotuksia. Tarvitaan tietoa muistakin liikkumismuodoista ja niiden niveltämisestä perinteiseen joukkoliikenteeseen. Lisäksi tarvitaan reaaliaikaisesti liikennepalveluiden tilasta, jotta matkustajat voivat perustaa liikkumisvalintansa todelliseen tarvehetken tilanteeseen – ei vain suunniteltuun staattiseen tietoon. Reaaliaikainen tieto tarvitaan myös matkan aikana opastavan palvelun toteuttamiseen.

Edellä mainituista staattisista ja dynaamisista tiedoista voidaan luoda huomattavaa lisäarvoa sen lisäksi, että sitä käytetään suoraan matkatietopalveluiden välittömänä tietolähteenä. Näiden tietojen kumuloiminen historiatietovarannoksi on välttämätöntä erilaisten analyysi- ja suunnittelupalveluiden tueksi. Niiden perusteella voidaan mm. rakentaa erilaisia ennustemalleja, joiden perusteella esimerkiksi matkatietopalveluja ei ainoastaan muuteta reaaliaikaiseksi, vaan lisätään niihin vielä ennustamisen kyky. Kattavan historiatiedon saatavuus – kohtuullista korvausta vastaan – luo edellytykset paremmille matkatietopalveluille mutta tarjoaa esimerkiksi laajoja historiatietoja hyödyntäville analyysipalveluiden tarjoajille uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Matkatietoon perustuvien palveluiden laatua voidaan parantaa palveluja käyttäviltä henkilöiltä itseltään kerättävällä tiedolla. Esimerkkinä tällaisesta kerättävästä tiedosta olisi esimerkiksi henkilökohtainen profiilitieto, joka sisältäisi käyttäjän itselleen määrittelemät preferenssit mahdollisesti laajennettuna käyttäjän palveluiden haku- ja käyttöhistorialla. Tämä profiilitieto olisi käyttäjän hallinnoimaa yksityistä tietoa, jota hän voisi siirtää esimerkiksi laitteesta toiseen tai jopa palveluiden välillä. Tästä tiedosta voitaisiin luoda älykkäitä ja personoituja palvelukokemuksia käyttäjälle ja halutessaan käyttäjä voisi tarjota tietojaan myös palveluntarjoajien käyttöön (esimerkiksi ylimääräisten etujen saamiseksi). Tässä yksityisyydensuoja ja Omadata-periaatteet (MyData) nousevat keskeisiksi.

4.2 Lainsäädännön tuomat vaatimukset

Luku 3.3 vetää yhteen tärkeimmät lainsäädännön velvoitteet matkatiedon avaamiseen liittyen. ITS-direktiivi (2010) sekä kansallinen Laki liikenteen palveluista (2017) tuovat raamit digitaalisten palveluiden järjestämiselle ja niiden mahdollistamiselle. Edellä mainittuja lakeja tarkentavat EU:n MMTIS-asetus (2017) ja Olennaisten tietojen asetus (2017) määrittäen ne tietokategoriat, jotka liikenteenharjoittajien tai heitä edustavien tahojen pitäisi avata digitaalisten matkatietopalveluiden mahdollistamiseksi. MMTIS-asetus määrää lisäksi portaittaisen aikataulun tietojen avaamiselle. Liite 1 vertailee edellä mainittuja asetuksia Olennaisten tietojen asetuksen näkökulmasta.

Yhteenvetona lainsäädännöstä voidaan nostaa esiin seuraavia keskeisiä matkatiedon avaamiseen liittyviä periaatteita:

- Liikenneviranomaisten, liikenteenharjoittajien, infrastruktuurin haltijoiden tai kysyntäohjauksisten liikennepalveluiden tarjoajien on avattava staattinen matka- ja liikennedata ja niistä kertynyt historiadata.
- Data tulee tuottaa koneluettavassa määrämuodossa, joka perustuu MMTIS-asetuksessa viitattuihin standardeihin (erityisesti NeTEx ja SIRI) tai vaatimuksiin tai on yhteensopiva niiden kanssa.
- Avattavista datakategorioista määrää sekä MMTIS-asetus että Olennaisten tietojen asetus.
- Dynaamisten tietojen avaamisesta voi päättää kukin jäsenvaltio itse ja Olennaisten tietojen asetus määrää kansallisesti avaamaan näkymä reaaliaikatietoon, jos tieto on saatavissa.
- Matkatietopalveluiden tarjoajien on pyynnöstä avattava toiselle palveluntarjoajalle staattiseen ja, jos mahdollista, dynaamiseen tietoon perustuvat reititystiedot.
- Reititystulosten tulee olla läpinäkyviin kriteereihin perustuvia sekä tasapuolisia kaikkien tarjolla olevien palveluiden tai palvelukokonaisuuksien (matkaketjujen) suhteen.
- Matkatietojen tai reititystietojen antamisesta voidaan periä kohtuullinen korvaus.
- Pääsy kaikkeen avattuun matkatietoon on järjestettävä kansallisen yhteyspisteen kautta, ja sen tulee olla riittävän metatiedon avulla eri kriteerein haettavissa.

On todettava, että samalla kun lainsäädäntö velvoittaa, niin se myös jättää varsin paljon liikkumavaraa tulkintojen suhteen. Näin ollen pelkkä lainsäädäntö ja sen velvoittama tietojen avaaminen ei takaa, että hajallaan olevista avatuista rajapinnoista syntyisi kansallisen yhteyspisteen katalogin avulla tietovaranto, joka mahdollistaa lakien perimmäisen tarkoituksen ja hengen: tuoda kaikki tarvittava matkatieto tarpeeksi hyvälaatuisena ja keskenään yhteentoimivana kattavien multimodaalisten digitaalisten matkatietopalveluiden luomiseksi. Jotta tähän päästäisiin, lainsäädännön luomaa kehystä pitää tarkentaa ohjeistuksilla, viranomaismääräyksillä, laadukkaaseen tiedon tuottamiseen ohjaavilla palveluilla ja mahdollisesti vielä tarkentavalla lainsäädännöllä.

Nykyllä lainsäädäntö tulee jollakin aikavälillä myös päivittymään. Euroopan komission (2020) uusi datastrategia pitää sisällään myös nykyisen ITS-direktiivin ja siihen liittyvien delegoitujen asetusten uudelleen tarkastelun, jota on tarkoitus tehdä vuoden 2021 aikana. Suomen lainsäädännössä matkatietopalveluiden osalta ei ole odotettavissa muutoksia ennen EU-lainsäädännön mahdollisia muutoksia.

4.3 Nykyjärjestelmän ongelmat ja puutteet

Nykyjärjestelmällä voidaan viitata joko nykyiseen Traficomien tarjoamaan koontikantaan tai laajemmin koko kansalliseen joukkoon palveluja ja tietovarantoja, joiden avulla matkatietopalveluja voidaan tuottaa. Koontikannan osalta Leskinen ym. (2016) antoi jo arvion havaituista ongelmista ja puutteista sen hetkisen koontikantapalvelun osalta. Koska uuden liikennepalvelulain valmistelu ja siihen liittyneet odotettavissa olevat muutokset käytännössä pysäyttivät koontikannan kehittämistyön tuolloin, niin ongelmat ja puutteet eivät ole neljän vuoden takaisesta arviosta juurikaan muuttuneet, vaan ehkä vain kasvaneet. Tarkempia kuvauksia havaituista ongelmista ja puutteista ei toisteta tässä selvityksessä, vaan ne on syytä tarkistaa Leskinen ym. (2016) raportista.

4.3.1 Tietovarannot

Aineistohaasteiden osalta Leskinen (2016) mainitsee seuraavanlaisia haasteita:

- Pienten ja keskisuurten toimijoiden aineistot puuttuvat koontipalvelusta.

- Markkinaehtoista liikennettä ei ole kattavasti koontikannassa.
- Olemassa olevassa aineistossa on laatupoikkeamia ja puutteita.

Aineistohaasteiden osalta puutteet ovat vain kasvaneet uuden liikennepalvelulain myötä, kun markkinaehtoisen kuljetuspalveluiden reittiliikennelupaprosessin poistamisen seurauksena poistui myös VALLU-järjestelmän kautta keskitetysti saatu reitti- ja aikatauluinformaatio. Vaatimus koneluettavan matkatiedon avaamisesta kansallisen yhteyspisteen kautta on tuonut tietoa saataville, mutta se ei ole nykymuodossaan ohjannut sellaiseen hajautettuun tietovarantoon, josta voisi ilman suurta työtä koostaa laajempia koonteja kattavan matkatietopalvelun pohjaksi. Vaatimus avattavasta datasta ei sisällä tarpeeksi tarkkoja vaatimuksia tiedon laatuun ja yhdistettävyyteen liittyen. Näin olemassa olevankin tiedon hajallaan olo on kansallisesta yhteyspisteestä huolimatta jäänyt ongelmalliseksi.

Koontikantaa laajemmassa tarkastelussa voidaan todeta, että matkatietoa on koostettu pääosin kahdella eri taholla:

1. Traficom on koostanut reitti- ja aikataulutietoja kansalliseen koontikantaan, saaden sinne käytännössä kaiken julkis- ja viranomaistahojen tuottama reitti- ja aikataulutiedon sekä aikaisemmin lupaprosessin kautta myös markkinaehtoisten liikennöitsijöiden tietoa.
2. Matkahuolto on isolta osalta digitoinut ja lopuksi koostanut palveleмиensa kaukoliikenneoperaattoreiden reitti- ja aikataulutiedot oman palvelunsa käyttöön.

Useista eri syistä näiden kahden tärkeimmän kansallisen matkatiedon koostajan toiminta on aikojen saatossa eriytynyt niin, että tietojen yhdistämisestä on tullut vaikeaa. Erilliset pysäkkietokannat matkatiedon pohjana, IPR-erimielisyydet, rajoitustarpeet tiedon jakamisessa Digitransit-järjestelmästä, kustannuksien jakaminen jne. ovat nousseet aikaisemmin esteeksi tietojen yhteiselle koostamiselle. Viime aikojen muutokset Matkahuollon palvelukehityksessä ovat kuitenkin johtaneet hakemaan ratkaisuja aikaisempiin ongelmiin.

Reitti- ja aikataulutiedon lisäksi ongelmia on ollut pysäkkietiedon laadun ja em. kahden eri pysäkkirekisterin vuoksi. Digiroadin sisältämä ja sieltä irrotettu pysäkkiaineisto on nähty puutteelliseksi mm., koska:

- Pysäkkietiedon primääreinä koordinaatteina käytetään tien keskilinjaa todellisen maantieteellisen sijainnin sijaan,
- Pysäkkien nimentäkäytännöt vaihtelevat nimeävän tahon mukaan eivätkä välttämättä vastaa liikennöitsijöiden ja matkustajien käyttämää nimeä,
- Pysäkin kuvauksen ja lisätietojen kuvaus on puutteellista,
- Pysäkki- ja asematiedot eivät sisällä kaikkien eri liikennemuotojen pysäkkejä ja asemia.

Osa ongelmista korjautuisi nykyisen Digiroadin pysäkkietoja paremmin käyttämällä ja hyödyntämällä sekä tiedon tuottamisprosesseja kehittämällä, mutta esimerkiksi uusien eri liikennemuotojen sisällyttäminen kansalliseen pysäkkietokantaan voi olla jo suurempitoinen muutos.

4.3.2 Johtamisen, koordinaation ja toimeenpanon ongelmat

Leskinen ym. (2016) listaa seuraavanlaisia johtamisen, koordinaation ja toimeenpanon ongelmia:

- Toimijoille ei ole selvää, mitä heiltä vaaditaan koontipalvelun aineiston tuottamiseksi.
- Toimijat eivät näe hyötyä koontipalvelusta.

Nämä neljä vuotta sitten esille nostetut ongelmat ovat edelleen ajankohtaisia. Lainsäädäntö on selventänyt millaisia tietoja pitäisi avata, mutta edelleenkin avaamisen tavat ja yksityiskoh-

dat ovat toimijoille epäselviä. Tietojen vieminen kansalliseen yhteyspisteeseen saatetaan kokea pikemminkin ylimääräiseksi taakaksi kuin itseä tai ketään muutakaan hyödyttäväksi toimeksi. Tietojen tuottajilla ei ole aina selkeää kuvaa siitä millä tavalla ja kuinka laajalti, jos ollenkaan, yhteyspisteen kautta tarjottavat tiedot päätyvät palveluiden kehittäjien käyttöön. Tämä luonnollisesti vie motivaatiota panostaa tiedon laatuun. Lisäksi tietojen avaamiseen liittyvien velvoitteiden osalta valvonta, ohjaus ja mahdollinen sanktiointi ei resurssien rajallisuuden vuoksi ole helppoa toteuttaa. Näin ollen avaamisvelvoitteiden täyttämiseen liittyvien puutteiden johdosta ei yleisesti tule sellaisia käytännön seuraamuksia, jotka omalta osaltaan ohjaisivat kattavampaan ja laadukkaampaan matkatiedon avaamiseen.

Mm. liikennepalvelulain uudistuksen myötä viranomaisten roolit matkatiedon ja siihen oleellisesti liittyvän tiedon hallinnassa ovat osin muuttuneet tai muuttumassa. Tämä hidastaa yhteentoimivan kansallisen matkatietostrategian ja konkreettisen kokonaisjärjestelmän luomista ja kehittämistä. Väylävirasto, joka hallinnoi Digiroadia ja siten pysäkkitietoja olisi halukas viemään kehitysehdotuksia eteenpäin, mutta kehitysehdotuksia toteuttava taho on avoinna. Traficomien ylläpitämän koontitietokannan kehittäminen on ollut vuosia pysähdystilassa ja odottamassa uudelleen järjestäytymistä liikennepalvelulain muutosten jälkeen vastuiden todennäköisesti siirtyessä Traficomilta muulle toimijalle – TMFG on mainittu todennäköisimpänä vaihtoehtona. Leskinen ym. (2016) ehdivät kuitenkin tehdä esiselvityksen tarvittavasta kehityksestä, ja se on edelleenkin syytä ottaa avuksi ratkaisuja kehitettäessä. Viranomaisten reitti- ja aikataulutietojen tuottamisen tarjoamat välineet ovat vanhentuneita ja vähällä käytöllä ja niidenkin modernisointi on ollut pitkään pysähdyksissä ja odottamassa vastuiden uudelleen organisoimista. Normienpurkutalkoot johtivat markkinaehtoisen liikenteen koonnin loppumiseen reittiliikennelupajärjestelmän puitteissa ja saman tiedon pirstoutumiseen NAP:in kautta löydetäviin kirjaviin rajapintoihin. Matkahuollolla on toki oma koontinsa kaukoliikenteestä perustuen heidän omaan pysäkkitietoonsa, mitä yhteistyöstä sopimalla voitaisiin hyödyntää kansallisen koonnin aikaansaamisesta näiltä osin.

Edellä mainitut esimerkit kuvaavat tämän hetken epäselvää tilannetta, joka tekee kansallisen matkatiedon kokonaisjärjestelmän kehittämisen haasteelliseksi. Samaan aikaan tulisi miettiä strategiaa EU-lainsäädännön ja -ohjeistuksen sekä standardoinnin huomioimisesta. Edellä mainittu huomioiminen voidaan tehdä minimitasolla niin, että pakolliset lain velvoitteet täytetään tai ne voidaan ottaa haltuun niin, että toimenpiteillä on aito vaikutus parempaan matkatiedon hyödyntämiseen. Tällä hetkellä ollaan vielä tilanteessa, jossa uudet velvoitteet koetaan enemmänkin taakaksi eri toimijoiden tahoilla.

4.3.3 Teknisten järjestelmien ja prosessien puutteet

Teknisten ongelmien osalta keskeiset ongelmat liittyvät matkatiedon tuottamisen heterogeeniseen ja osin puutteelliseen tekniseen ympäristöön sekä eri järjestelmien väliseen yhteentoimivuuteen ja siihen tarvittaviin prosesseihin. Tekniset digitaalisen matkatiedon tuotantovälineet ovat moninaiset ja usein pitkälti perua digitalisaatiokehityksen alkua ajoilta ja siten jo vanhentuneita. Niiden tuottama tieto saadaan vielä erinäisin erityisjärjestelyin ja konversioiden avulla palvelemaan perustarpeita, mutta ne eivät enää taivu uudempien liikkumismuotojen, kuten esimerkiksi epäsäännöllisen reittiliikenteen, tarpeisiin.

Vaikka Traficom tarjoaakin RAE-työkalun niille toimijoille, joilla ei ole itsellä digitointijärjestelmää, on sen käyttö vähäistä johtuen esimerkiksi ohjelmiston koetusta kömpelyydestä ja puuttuvista ominaisuuksista, joita tarvittaisiin tehokkaaseen tietojen digitointiin. Lisäksi se ei tarjoa monia niitä ominaisuuksia, joita tarvittaisiin esimerkiksi syrjäalueiden dynaamisten ja joustavien matkaketjujen muodostamiseen. Monilla muillakin reitti- ja aikataulutietojen tuottajilla digitointityökalut kaipaisivat modernisointia.

Omat erilliset järjestelmät voivat perustua omiin tietovarantoihin, jotka keskenään muiden tietovarantojen kanssa eivät ole suoraan yhteensopivia. Puuttuu kokonaisarkkitehtuuri, jossa matkatieto ja siihen liittyvä muu tieto hallittaisiin kokonaisuutena.

EU-lainsäädännön määrittämien standardien (NeTEx, SIRI, IFOPT, jne.) tuntemus sekä niihin liittyvät käyttöohjeistukset ja työkalut puuttuvat käytännössä kaikilta toimijoilta. Tämän lisäksi eurooppalaiset standardit ovat itsessään vielä osin puutteellisia ja käyttöönottovaiheessa. Ongelmia aiheuttaa myös yksinkertaisesta GTFS-standardista siirtyminen monimutkaisempiin eurooppalaisiin NeTEx- ja SIRI-standardeihin, koska työkalut ja osaaminen niiden suhteen puuttuvat.

Nykyinen koontikanta ei pysty käsittelemään myöskään reaaliaikadatavirtojen koostamista, ja tämä tehdään käytännössä nykyään itse Digitransit-pohjaisen reittiopastoteutuksen kautta. Yhdeksi ongelmaksi laajemminkin on koettu se, että tietojen koonti ja itse reittiopastoteutus eivät ole selkeästi erotettu toisistaan vaan ovat varsin kompleksisesti sidoksissa toisiinsa.

5 Tavoitetila

5.1 Tavoitetila digitaalisten matkatietopalveluiden tuottamiselle

5.1.1 Matkustajan ja kansalaisen matkatietoon perustuvat digitaaliset palvelut

- Matkatieto- ja matkustajapalvelut mahdollistavat ovelta ovelle matkaketjujen löytämisen ja kaiken tarvittavan tiedon itselle sopivimman matkustusvaihtoehdon valitsemiseen.
- Palvelutarjoaman sisällössä on huomioitu esteettömyystiedot sekä tiedot kulkuneuvojen, liikkumisympäristön että reaaliaikatie-tojen osalta.
- Palveluiden tarjoamisessa on huomioitu palveluiden saavutettavuus erilaiset toimintarajoitteet huomioiden.
- Palvelutarjoamasta löytyy ominaisuuksia erilaisille käyttäjäryhmille ja erilaisiin tarpeisiin.
- Käyttäjät pystyvät personoimaan palvelut itselleen ja omiin tarkoituksiinsa sopivaksi ja käytettäväksi sekä hallinnoimaan omaa matkustustietoaan.
- Matkatieto- ja matkustajapalvelut kattavat koko Suomen ja yhdistyvät myös maan rajat ylittäviin matkaketjuihin.
- Palvelut pystyvät yhdistämään kaikkia tarjolla olevia liikennepalveluita matkaketjuihin – säännöllisen reittiliikenteen lisäksi myös epäsäännöllistä liikennettä ja uusia liikkumismuotoja.
- Myös yksityisen liikkumisen käyttöön tarkoitetut palvelut ja infrastruktuuri (esim. liityntäpysäköinti) on liitetty osaksi matkatieto- ja matkustuspalveluita.
- Palvelut hyödyntävät reaaliaikatie-toa matkalla ollessa ja pystyvät muuttamaan reaaliaikatie-toon perusteella dynaamisesti reititystä.
- Valitun matkan varaus- ja maksamistoimet voidaan hoitaa yhden palvelun tai sovelluksen kautta.
- Matkatietoon perustuvaa palvelutarjontaa syntyy myös muihin kuin suoraan matkustustapahtumaan liittyviin tarpeisiin (esim. henkilökohtaiset analyysit asuinpaikan valitsemisen suhteen, osallistuminen liikennepalveluiden yhteiskehittämiseen viranomais-ten ja muiden toimijoiden kanssa).
- Palvelut mahdollistavat palautteen ja liikkumispalveluiden toimivuustiedon keräämisen matkustajilta.

5.1.2 Matkatieto- ja matkustuspalveluiden tarjoajat

- Sekä staattista että dynaamista ja reaaliaikaista matkatietoa on saatavilla kohtuullisin kustannuksin kaikesta tarjolla olevasta säännöllisestä ja ei-säännöllisestä liikennepalvelutarjoamasta.
- Matkatietopalveluiden rakentamiseen ja tarjoamiseen tarvittavaa muuta tietoa (esim. paikkatietoa, karttatieto jne.) ja palveluita (esim. geokoodaus tai käänteinen geokoodaus) on saatavilla avoimesti ilmaiseksi tai kohtuullisin kustannuksin.
- Tieto on saatavissa helposti hyödynnettävällä tavalla ja helposti hyödynnettävässä muodossa.

- Saatavilla oleva tieto on tietosisällöltään palvelutarpeet kattavaa, laadukasta, yhteen-toimivaa ja ajantasaista.
- Vähintään säännöllisen reittiliikenteen perustieto (reitit, aikataulut ja pysäkit) kootaan ja avataan ilmaiseksi hyödynnettäväksi koottuna matkatietoon perustuvien palveluiden runkotietona.
- Koontipalvelut tarjotaan omana palvelunaan, ei integroituna osana kansallista reit-tiopasta.
- Tieto on saatavilla sellaisen palvelutason (SLA) mukaisesti, että sen varaan voidaan rakentaa luotettavasti palveluita.
- Palveluiden ja ratkaisujen kehittäminen synnyttää myös vientipotentiaalia.

5.1.3 Liikenteenharjoittajat ja muut matkatiedon tuottajat

- Tiedon tuottamiseen on selkeästi valitut standardit, lainsäädäntö ja ohjeistukset ohjaa-vat ja tarvittaessa pakottavat laadukkaan ja yhteentoimivan matkatiedon tuottamiseen.
- Matkatiedon tuottamiseen tarvittavat keskeiset referenssitiedot (pysäkit, tieverkko, to-pografia jne.) ovat kaikille tiedontuottajille yhteisiä tai helposti kansalliseen referenssi-tietoon yhdistettävissä.
- Eri toimijoiden työvälineet tukevat standardien ja ohjeistuksen mukaista matkatiedon tuottamista, kattavat kaiken tarvittavan tiedon antamista ja tukevat kaikkien liikkumis-muotojen matkatietoa.
- Niille matkatietoa tuottaville toimijoille, joilla ei ole omaa matkatiedon digitointisovel-lusta tai järjestelmää, on tarjolla helposti käytettävä ominaisuuksiltaan, tietoliittymiltään ja käytettävyydeltään laadukas ilmainen tai kohtuuhintainen digitointiväline ja/tai puo-lestadigitointipalvelu, jonka avulla kaikki tieto saadaan tuotettua tarvittavalla tavalla.
- Eri viranomaistoimijoilla on selkeät prosessit ja välineet laadukkaan ja yhteentoimivan matkatiedon tuottamiseen sekä toimittamisesta avoimeksi dataksi ja mahdolliseen koontikantaan.
- Liikenteenharjoittajille on valittavanaan kohtuuhintaisia sovelluksia, järjestelmiä ja/tai palveluita, jotka mahdollistavat dynaamisen ja reaaliaikatiedon tuottamisen ja sen yh-distämisen tuotettavaan staattiseen matkatietoon.
- Liikenteenharjoittaja voi omaa palvelutarjoamaansa suunnitellessa hyödyntää ole-massa olevaa matkatietoa analysoimalla täydentäen aukkoja tarjonnassa ja sovittaen omaa tarjoamaa täydentämään ja optimoimaan matkaketjuja.

5.1.4 Viranomaistoimijat ja muut matkatiedon hyödyntäjät

- Kansalliset matkatietoratkaisut luovat uutta liiketoimintaa mahdollistaen matkatietoon perustuvien palveluiden syntymisen ja luotettavan toiminnan.
- Matkatiedon tuottamiseen ja hallintaan liittyviä palveluita tarjotaan markkinaehtoisesti.
- Digitalisaatio ja siihen liittyvät edellytykset jakautuvat mahdollisimman laajalle joukolle toimijoita.
- Liikkumispalveluita valvovat viranomaiset pystyvät monitoroimaan joukkoliikenteen toi-mivuutta sekä valtakunnallisesti että alueellisesti tunnusluvuin, mittarein ja analyyssein.
- Yhteiskunnan subventoiden kuljetuspalveluiden tarve voidaan tunnistaa ja suunnitella yhdessä tarjolla olevien liikkumispalveluiden kanssa tarvittava palvelukokonaisuus.

- Ostopalveluna toteutettavat yhteiskunnan liikennepalvelut voidaan kilpailuttaa ja ostaa tasapuolisesti.
- Kumuloituvan staattisen ja dynaamisen matka- ja liikennetiedon avulla voidaan rakentaa ennuste- ja simulointimalleja, joilla voidaan suunnitella tulevaisuuden ratkaisuja pidemmälläkin aikavälillä.
- Suomesta löytyy viranomaistoimija, jolla on selkeä rooli kansallisena edustajana ja suomalaisten toimijoiden tarpeiden ja näkemysten ajajana kansainvälisessä yhteistyössä, standardoinnissa ja lainsäädännössä.

5.2 Organisoitumismalleja tavoitetilan matkatietopalveluiden mahdollistamiselle

Joukkoliikenteen digitaalisia matkatietoon perustuvia palveluita on mahdollista tuottaa usealla eri kansallisella organisoitumismallilla. Mallista riippuen roolit ja vastuut, ja siten myös panostukset palveluiden mahdollistamiseen ja rakentamiseen, jakautuvat eri tavoin. Tämän lisäksi organisoitumismallilla on vaikutuksensa kansalliseen toimintakentän ja palveluiden muotoutumiseen. Tässä luvussa käydään lävitse 4 erilaista organisoitumismallia yksinkertaistettujen kansallisten toiminta-arkkitehtuurivaihtoehtojen avulla ja nostetaan esiin mallien potentiaalisia etuja ja haittoja.

5.2.1 Markkinavetoinen malli ilman erillistä koontikantaa

Täysin markkinavetoisessa mallissa julkisen sektorin panostus matkatietopalveluiden mahdollistamisessa minimoidaan luottaen siihen, että markkinatoimijat ja alueelliset julkiset toimijat rakentavat tarvittavat matkatieto- ja matkapalvelut koostaen tarvittavat tiedot itse. Pohjana tietojen koostamiselle toimisi MMTIS-asetuksen vaatima kansallinen yhteyspiste (NAP), jonka avulla olisi haettavissa kaikki tarvittavat liikennepalveluiden tiedot, mukaan lukien reitti- ja aikataulutiedot säännöllisen liikenteen osalta.

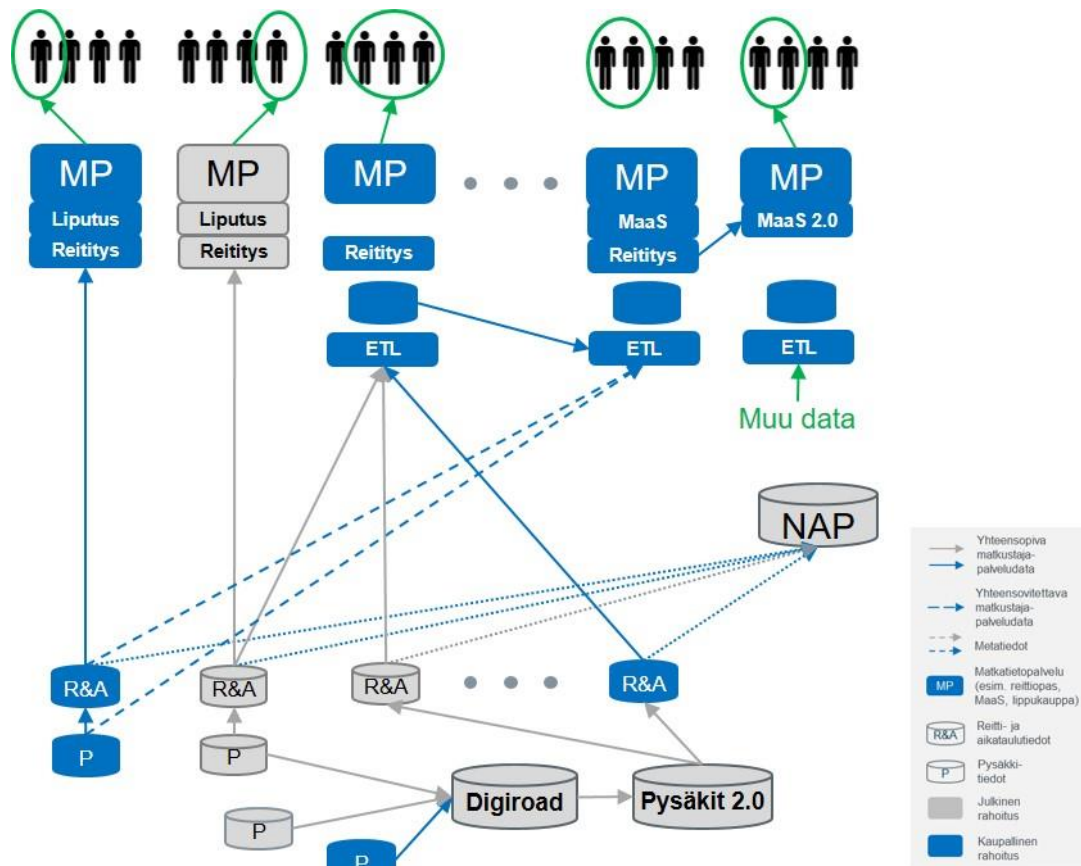
Pysäkkitietojen osalta Digiroad voisi pysyä edelleenkin tieverkon julkisen liikenteen pysäkkien osalta pysäkkitiedon hallinnointipaikkana, josta voitaisiin irrottaa pysäkkitiedot palveluiden rakentamista varten. Pysäkkitiedon osalta tarvittaisiin todennäköisesti parannuksia pysäkkejä kuvaavaan tietoon (vähintään asetusten määräysten mukaisten tietojen sisällyttämiseksi) sekä nykyistä laajemman liikkumispalvelukirjon liityntäpisteiden lisääminen. Tässä mallissa jotkut toimijat pitävät omia pysäkkitietokantojaan, jotka eivät välttämättä ole suoraan yhteentoimivia muiden toimijoiden tai kansallisen Digiroadissa olevan pysäkkikannan kanssa.

Tässäkin toimintamallissa eri tiedontuottajien on avattava asetuksin määrätty matkatieto (mukaan lukien pysäkkitieto) sekä reitityspalveluja tarjoavien reititysrajapinta – mutta ei välttämättä ilmaiseksi. Eri toimijat voivat keskinäisillä sopimuksillaan kohtuullista korvausta vastaan näin mahdollistaa omia koosteita ja näin haluamallansa tavalla kattavan palvelun. Julkiset tahot jakaisivat todennäköisesti matkatiedon edelleenkin avoimesti, mutta kulujen kattamiseksi painetta voi syntyä esimerkiksi reitityspalvelun avaamisessa palvelusta laskuttamiseen.

Kuva 22 hahmottaa toimintakenttää täysin markkinavetoisessa mallissa. Siinä julkisvetoiset sekä markkinaehtoiset toimijat luovat omille kohderyhmilleen palveluita ja koostavat itselleen hyödyllisimmän tiedon oman tiedon lisäksi palveluidensa pohjaksi. Koostavat osapuolet joutuvat kukin huolehtimaan tiedon keräämisestä, muuntamisesta ja lataamisesta (ETL-prosessi) joutuen käsittelemään heterogeenista, harmonisoimatonta ja epätasalaatuista tietoa. Kuvassa on huomioitu myös esimerkkitapaukset, joissa toinen toimija myy tietoa omasta koostetusta tietovarannostaan tai tarjoaa reitityspalvelua muille palveluntarjoajille.

Sipilän hallituksen esityksessä liikennekaareksi (HE 161/2019 vp.) eli nykyiseksi Laiksi liikenteen palveluista (2017) luotiin pohjaa juuri edellä kuvatulle toimintamallille Suomessa. Ajatus esityksessä oli, että kun kansallisen yhteyspisteen kautta syntyy markkinat avoimelle (muttei

välttämättä ilmaiselle) matkatiedolle, niin markkinaehtoista palvelutarjontaa alkaa syntyä. Digitaalisten liikennepalvelumarkkinoiden liiketoimintaekosysteemin muodostumiselle nähtiin tärkeäksi, että osaamista ja edellytyksiä tällaiselle liiketoiminnan harjoittamiselle syntyisi laajalle joukolla toimijoita. Tämän vuoksi tietojen luovuttamisen keskittämistä viranomaiselle ei pidetty liikennejärjestelmän toimivuutta ja kehittymistä sekä ketterää uusiutumista ajatellen optimaalisena.



Kuva 22. Digitaalisten matkatietopalveluiden markkinavetoinen organisoituminen ilman koon- tikantaa.

Puhtaasti markkinaohjautuvalla mallilla on kuitenkin myös kääntöpuolensa. Tietojen avaamisen velvoite ei yksin riitä takaamaan mitään muita kuin liiketoiminnallisesti kannattavia palveluita. Lisäksi, kun hajautetusti avattavaa tietoa ei ole määriteltä siinä määrin tarkasti ja yhteisesti kuvattuun infrastruktuuriin sidotusti, ei tietojen yhdistely ole vaivatonta. Tämä nostaa tietojen yhdistelyn kautta syntyvien kattavien palveluiden synnyttämiseen tarvittavaa panostusta. Tällaisessa mallissa on riskinä siis se, että korkea palvelutaso pystytään tarjoamaan vain keskeisille urbaaneille alueille, syrjäseutujen matkatietopalveluiden jäädessä vähemmälle huomiolle.

MARKKINAVETOINEN MALLI ILMAN ERILLISTÄ KOONTIKANTAA

Vahvuudet ja mahdollisuudet:

- Minimoi kulut julkisen sektorin osalta
- Nopea ja ketterä kehitys kaupallisesti ohjautuen
- Jalkauttaa digitaalisen palvelukehityksen osaamisen ja edellytykset laajalle joukolla

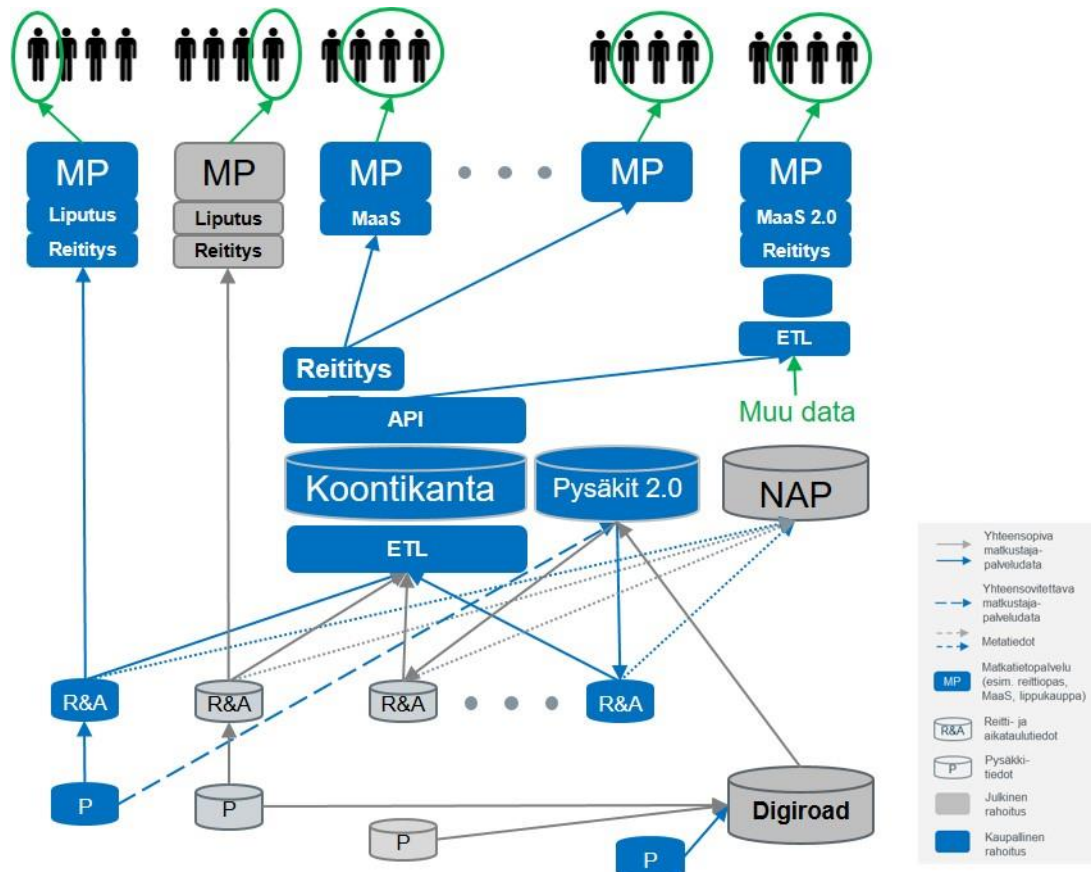
Heikkoudet ja riskit:

- Reitti- ja aikatauludata sirpaleista, epätasalaatuista ja harmonisoimatonta
- Jokaisen palveluntarjoajan täytyy itse koostaa lukuisista heterogeenisistä ja harmonisoimattomista tietolähteistä palvelunsa vaatimat tiedot

- Ajan mittaan palvelukentästä voi nousta esiin markkinaehtoisia koostajia ja reititys-palveluiden tarjoajia (ks. seuraava skenaario)
- Palveluiden rakentaminen työlästä ja kallista
- Riski palvelutason epätasaisuudesta eri kohderyhmillä ja -alueilla (esim. haja-asutusalueet)
- Riski puuttuvasta kansallisesta toimijasta kansallisten tarpeiden ja etujen ajamisessa kansainvälisessä yhteisössä standardien, lainsäädännön ja suositusten kehittämisessä

5.2.2 Koontipalvelut markkinavetoisesti

Koontikantapohjainen ratkaisu, jossa kansallinen pysäkki-, reitti- ja aikatauluaineisto kerätään keskitetysti saataville, voidaan tuottaa monella tavalla. Yksi mahdollisuus on, että se syntyy tai sitä autetaan syntymään markkinavoimin (Kuva 23). Näin voi tapahtua edellisen skenaarion (luku 5.2.1) evoluution tuloksena, kun joku toimija näkee itselleen hyödyllisenä rakentaa tietojen koonti. Oman palvelunsa tuottamisen lisäksi ko. toimija voi lisätuloja saadakseen myydä koostettua tietoa ja mahdollisesti myös reitityspalveluaan muille osapuolille.



Kuva 23. Digitaalisten matkatietopalveluiden organisoitumismalli, jossa koontipalvelut synnytetään markkinavetoisesti.

Markkinaehtoisen koonnin syntymistä ja jatkossa tarjoamista voidaan auttaa myös julkisen rahoituksen avulla, jolloin julkinen sektori sopii kaupallisen toimijan kanssa ehdot, joilla koontikantapalvelut tarjotaan muille osapuolille.

Julkiset tahot rakentavat tässäkin tapauksessa omat palvelunsa pitkälti itse tuottamansa datan avulla, mutta jakavat sen myös muiden käyttöön valmiiksi hyödynnettävässä muodossa avoimesti ilman korvausta. Lisäksi liikenteenharjoittajien tulee lain mukaan viedä palveluistaan tiedot kansalliseen yhteyspisteeseen, mikä antaa mahdollisuuden kenelle tahansa koostaa tarvittavat tiedot myös itse. Täten on aivan mahdollista, että markkinaehtoista koontipalvelua eivät kaikki käyttäisi. Näin ollen, ainakin teoriassa, myös eri tasoisia koontipalveluita voisi syntyä useampikin.

Julkiset toimijat vievät pysäkkitiedot Digiroadiin (kuten tähänkin mennessä), josta ne irrotetaan reitti- ja aikataulukujen luontia parhaiten tukeviin muotoihin. Kaupallisella toimijalla voi kuitenkin olla oma pysäkkitietokantansa, joka poikkeaa sisällöltään Digiroadin tietokannasta, jolloin tietojen yhdistely vaikeutuu. Kattavan kansallisen pysäkkitietokannan luojan ja ylläpitäjän täytyy hankkia Digiroadiin viemättömät pysäkkitiedot muilta pysäkkitiedon tuottajilta erikseen (mahd. korvausta vastaan) ja harmonisoida ne pysäkkikoontikantaansa. Lisäksi Digiroadin (ja muitakin) pysäkkitietoja käytettäessä niitä voidaan joutua rikastamaan esimerkiksi maantieteellisillä koordinaateilla ja muilla täydentävillä tiedoilla korkeatasoisten matkatietopalveluiden mahdollistamiseksi (Kuvassa 23: Pysäkit 2.0).

Koontikanta tekee matkatietopalveluiden rakentamisen helpoksi, mutta niillä ehdoilla ja tarjoamalla, mitkä markkinaehtoinen koostaja tarjoaa. Se, että palvelu on kaupallinen ja kenties vielä koostajan itsensäkin hyödyntämä, auttaa pitämään palvelun laadukkaana liiketaloudellisista syistä. Se ei kuitenkaan takaa, että koonti ja tietosisältö olisi kattavaa, sillä liiketaloudellisesti työläimmin kerättävän datan suhteen voi olla kannattavampaa jättää se tarjoamasta pois – varsinkin jos se ei tuota suurta lisäarvoa liiketoimintapotentiaalin suhteen. Näin yhteiskunnan tuki yhdistettynä markkinaehtoiseen koontiin voisi tuottaa paremmin esimerkiksi koko maan kattavan tarjoaman.

KOONTIPALVELUT MARKKINAVETOISESTI

Vahvuudet ja mahdollisuudet:

- Minimoidaan julkisen rahan käyttö
- Kun koontikannan tietoja hyödynnetään kaupallisiin tarkoituksiin ja mahdollisesti vielä koostajan omiin tarpeisiin on todennäköistä, että reitti- ja aikatauludata laadukasta ja harmonisoitua
- Kattavuus ja palvelutaso parhaimmillaan hyvä
- Palveluiden rakentaminen helppoa markkinoimien rakennetun koontikannan päälle
- Sopivilla hinnoittelumalleilla voidaan alentaa kynnystä palveluiden kehittämiseksi ja niiden kokeilemiseksi

Heikkoudet ja riskit:

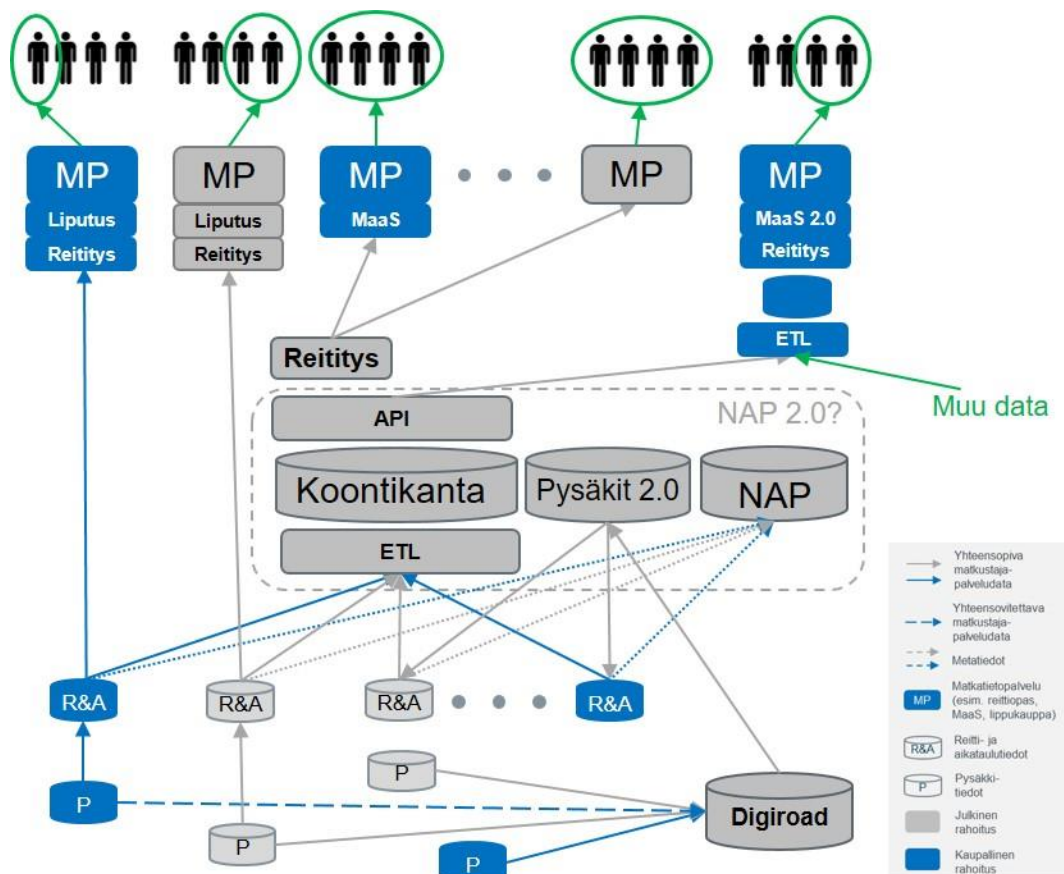
- Koontikannan palveluiden operoijan löytäminen ja kestävän liiketoimintamallin löytäminen haasteellista
- Koontikannan hyödyntämisen hinnoittelumalli voi (mahdollisesti) karsia palveluita ja palvelukehitystä
- Koontikantapalveluiden tarjoaja päättää kaupallisin perustein, miten palvelua, rajapintoja ja tietosisältöjä kehitetään, mitä standardeja käytetään jne. – kaikkia tarpeita ei ehkä huomioida (tarpeeksi nopeasti)
- Riski, että kattavan tarjoaman sijaan koontitoimija keskittyy vain helpoiten tuotettavaan osatarjoamaan
- Useamman koontipalvelun tarjoajan tapauksessa koontipalvelutarjoama muuttuu mahdolliseksi heterogeeniseksi osakokonaisuuksien saarekkeiksi

5.2.3 Julkisrahoitteinen koontipalvelu

Julkisella sektorilla on Suomessa lain määräämä velvoite tarjota kansallinen yhteyspiste, joka kokoaa MMTIS-asetuksessa vaadittavat matkatietopalveluita mahdollistavat tietolähteet yhdestä paikasta löydettäväksi koneluettavassa muodossa. Tällä hetkellä lain vaatimusta onkin pyritty toteuttamaan MMTIS-asetuksen aikataulun mukaisesti. Tämä ei kuitenkaan ole riittänyt siihen, että tiedot olisivat hyödynnettävissä palveluiden rakentamiseen toivotulla tavalla, koska kansallisen yhteyspisteen keräämistä rajapinnoista saatavat tiedot ovat heterogeenisiä, harmonisoimattomia sekä puutteellisia. Näin ollen, yksi varteenotettava vaihtoehto tiedon laadun takaamiseksi voisi olla kansallisen koontin vieminen yhteyspisteen tarjoamasta katalogiratkaisusta varsinaiseen keskitettyyn koontiin.

Kuvan 24 ratkaisu julkisrahoitteisesta koontipalvelusta jatkaisi ja kehittäisi sitä kansallista linjaa, jota Suomessa on lähdetty 2000-luvulla toteuttamaan Liikenneviraston ja sittemmin Traficomin toimesta. Hajautetun matkatiedon sijaan kaikki tieto – ei vain sen metatieto – kerättäisiin keskitettyyn tietokantaan. Metatiedot olisi edelleenkin kuvattu kansallisessa yhteyspisteessä, mutta itse harmonisoidut, laatutarkistettut ja validoidut reitti- ja aikataulutiedot kerättäisiin koontikantaan yhdeksi yhteentoimivaksi kokonaisuudeksi. Edellä mainittu ratkaisu vaatisi myös sen, että kaikki pysäkkitieto harmonisoitaisiin lopulta yhteen tietokantaan, jossa tietosisältö vastaisi palveluntarjoajien vaatimuksia.

Tämäkään ratkaisu ei todennäköisesti poista kaikkien tarpeita oman operatiivisen matkatieto-



Kuva 24. Digitaalisten matkatietopalveluiden organisoituminen, jossa koontipalvelu tarjotaan julkisrahoitteisesti.

kannan käyttämisestä palvelunsa tuottamisessa, sillä esimerkiksi koontikannan tietosisällöt eivät välttämättä sisällä kaikkea palveluntarjoajan omaa palveluspesifistä tietoa, mitä ei ole tarkoitus tai tarpeen jakaa julkisesti. Tällaisessa tapauksessa riittää, kun kansalliseen koontikantaan saadaan riittävä (esim. käytettävän standardin tai sen profiilin) minimisisältö kaikilta tiedon tuottajilta.

Oma kysymyksensä on, mikä laajuus koontikantapalveluilla pitäisi olla. Kuvassa 24 on mukaan luettu varsinaisen koonnin lisäksi myös reitityspalvelu sekä referenssinomainen käyttöliittymä reitti- ja aikataulutiedon tarkasteluun (ts. matka.fi-tyyppinen kansallinen palvelu). Tällainen referenssitoteutus kansallisen koontikannan päälle voi olla perusteltua esimerkiksi siksi, että kaikki käyttäjät sekä muut osapuolet voivat varmistua, että koontikannan varaan rakentuvat palvelut toimivat oikein ja tasapuolisesti, kun palveluita voidaan verrata referenssitoteutukseen.

MJDI-työryhmän keskusteluissa on noussut esiin paikoin tarve, että koontikannan tulisi mahdollistaa palveluiden rakentaminen suoraan koontikannan varaan. Palvelut voidaan toteuttaa teknisesti monella tavalla ja tarpeet voivat ratkaisusta riippuen vaihdella. Siksi palvelutasoa on kuitenkin vaikea määrittellä tietämättä ensin sitä, miten koontikantapalvelut ovat toteutettu. Minimivaatimuksena voidaan pitää, että tarpeellisessa määrin ajantasaiset tiedot ja/tai tiedon päivitykset ovat aina noudettavissa koontipalvelusta koneluettavassa standardiformaatissa (esimerkiksi NeTeX-tiedonvaihtomuotoa käyttäen). Koontikantapalveluiden ei siis välttämättä tarvitse sisältää palvelun rakentajille reititysrajapintaa eikä muitakaan pitkälle kehittyneitä kyselyrajapintoja, jotka vaatisivat kalliisti toteutettavat tekniset palveluvaatimukset (esimerkiksi vasteaikojen suhteen). Voidaan olettaa, että markkinatoimijat jopa haluavat hyödyntää omia ratkaisujaan (esimerkiksi reitityksessä), joiden avulla he voivat erottua toisistaan. Tärkeintä on luotettava, kattava ja ajantasainen matkatieto.

JULKISRAHOITTEINEN KOONTIPALVELU

Vahvuudet ja mahdollisuudet:

- Varmistaa paremmin peruspalvelutason kaikille käyttäjäryhmille ja alueille
- Varmistaa lakien ja asetusten (ja niiden perimmäisen tarkoituksen) toteutumisen mahdollisimman hyvin
- Palveluiden rakentaminen helppoa ja edullista yhteiskunnan subventoidessa merkittävää osaa tarvittavasta työstä koontipalvelun tarjoajana
- Matkatieto standardoitua, laadukasta, harmonisoitua sekä pohjaltaan samaa kaikissa palveluissa
- Mahdollistaa poliittisen ohjauksen sekä julkisten toimijoiden vastuut, roolit ja toimet sekä operatiivisen toiminnan yhdistämisen tiukemmin toisiinsa
- Kansallisella julkistoimijalla selkeä rooli esim. pohjoismaisella ja EU-tasolla matkatietopalveluihin liittyvissä asioissa (standardit, lainsäädäntö jne.)
- Ei kilpailuun liittyviä eturistiriitoja

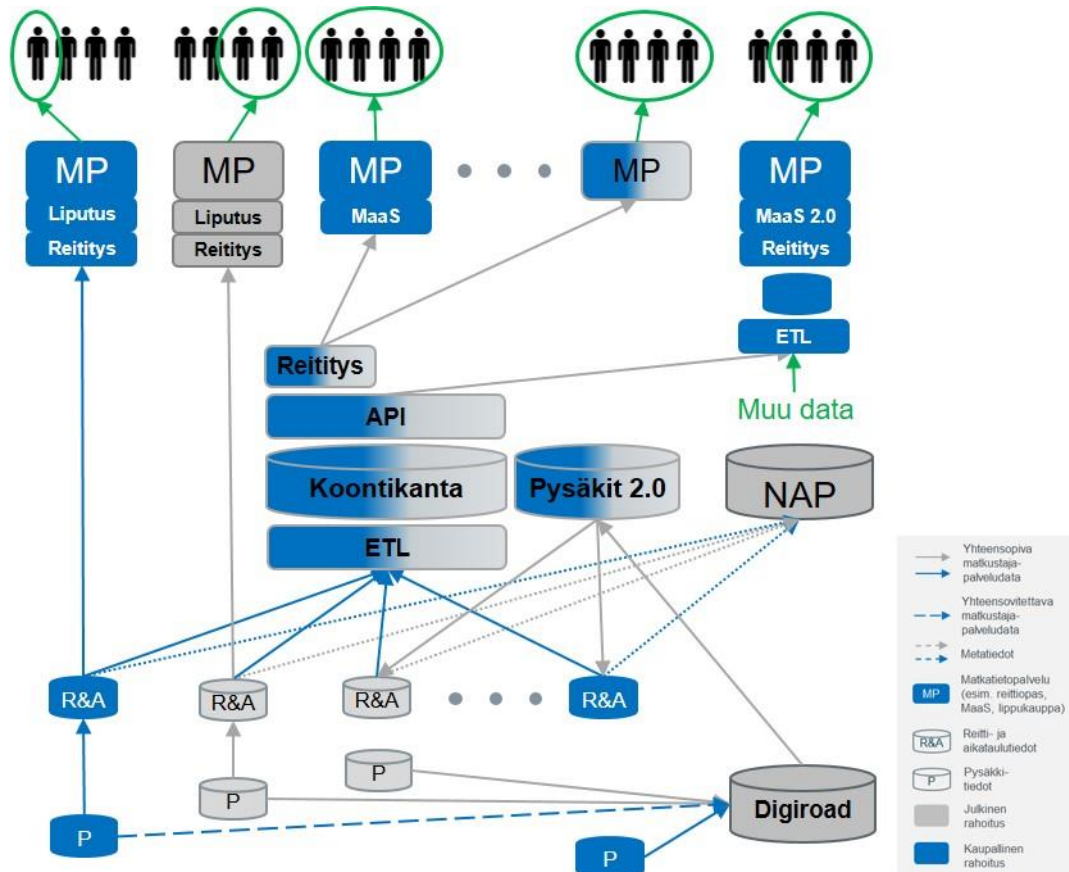
Heikkoudet ja riskit:

- Merkittävä julkisen rahan panostus tarvittaviin järjestelmiin, ylläpitoon, palveluihin, prosesseihin ja niiden jatkuvaan kehittämiseen
- Poliittisen ohjauksen vaihtuvat prioriteetit
- Matkatietopalveluihin liittyvän keskeisen osaamisen keskittyminen harvoille tahoille
- Riski, että kaupallisia tarpeita ei seurata tarpeeksi ketterästi

5.2.4 Hybridimalli – julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyö (PPP-malli)

Edellä kuvattujen markkinavetoisen ja julkisvetoisen keskitettyyn koontiin perustuvan mallin toteuttaminen ns. "hybridimallilla" on noussut tämän selvityksen aikana usean toimijan kanssa esiin. Tämä hybridimalli (Kuva 25) perustuisi julkisten ja markkinaehtoisten toimijoiden yhteistyöhön (Public-Private Partnership, PPP), jossa kansalliset koontikantapalvelut tuotettaisiin

keskeisten toimijoiden yhteenliittymän toimesta. Malli muistuttaa ajatusta kansallisesta Digitransit-yhteistyöstä, jossa reittiopaspalvelut ja niiden kehittäminen on toteutettu HSL:n johdolla yhteistyössä LMJ:n ja Traficomin kanssa HSL-alueen lisäksi lukuisille muille alueille Suomessa sekä kansallisen koonnin kautta koko Suomen kattavassa matka.fi-reittiopaspalvelussa.



Kuva 25. Digitaalisten matkatietopalveluiden organisoitumismalli, jossa koontipalvelut luodaan julkisten ja kaupallisten toimijoiden yhteistyöllä.

Koontipalveluiden sisältö on samanlainen kuin puhtaasti julkisvetoisessa mallissa, mutta nyt sen laajuudesta ja yksityiskohdista päättääkin julkisen tahon sijaan julkisten ja kaupallisten toimijoiden yhteenliittymä. Samalla tavoin päätäntävällän lisäksi myös kulut jaettaisiin yhteenliittymän toimijoiden kesken. Tässä selvityksessä ei ole tarkasteltu niitä juridisia seikkoja, jotka määräävät tällaisen yhteenliittymän järjestäytymismahdollisuudet, mutta riippumatta juridisesta mallista yhteenliittymän toimijoiden on luotava selkeät pelisäännöt siitä, miten palvelun tarjontaa ja kehitystä viedään eteenpäin. Pelisäännöt eivät koske vain yhteenliittymän toimintaa vaan myös siihen jäseneksi hyväksymistä, samoin kuin niiden liikkumis- ja matkatietotoimijoiden vaikutusmahdollisuuksia, jotka eivät syystä tai toisesta ole jäseniä. Yhteenliittymä muodostaa ekosysteemin ytimen, mutta ei koko ekosysteemiä – miten luodaan ekosysteemin pelisäännöt taaten tasapuoliset mahdollisuudet kaikille – liittymän ulkopuolisillekin ja kilpailuillekin – osapuolille?

Yhteenliittymän pelisäännöt tulisi luoda siten, että kaikilla toimintaan liittyneillä on yhtäläinen mahdollisuus tai ainakin kaikkien toimijoiden yhteisesti hyväksymien pelisäännöin vaikuttaa yhteenliittymän asioihin. Yhtäläinen äänivalta kaikille toimijoille päätöksenteossa voi olla toimiva vaihtoehto, mutta toisaalta on mietittävä eri toimijoiden tarpeita ja palveluiden kohderyhmien kokoa. Miten tasapainottaa päätöksenteossa esimerkiksi kaupunkimaisten alueiden ja isoihin kohderyhmiin liittyvät tarpeet harvaanasuttujen seutujen paljon pienempiä joukkoja koskevien tarpeiden kanssa, kun kehitystyöhön on vain rajalliset resurssit?

On kuitenkin huomattava, että reaali maailmassa yhteenliittymässä yhtäläisestä äänivallasta huolimatta voimakkaimmat panostajat voivat silti ohjata toimintaa. Panostus liittyy myös toimijan omaan osaamiseen niissä kyvykkyyksissä, joita järjestelmän täysimittaisessa hyödyntämisessä ja kehittämisessä vaaditaan. Standardien hallinta, teknisten kehitystyökalujen osaaminen, yhteiskehittämisen menetelmien hyödyntäminen jne. ovat kaikki asioita, joita ilman yhteenliittymän jäsen jää helposti tosiasiasa muiden päättämien ratkaisujen vajaatehoiseksi hyödyntäjäksi.

JULKISEN JA YKSITYISEN SEKTORIN YHTEISTYÖ (PPP-MALLI)

Vahvuudet ja mahdollisuudet:

- Varmistaa yhteenliittymän toimijoiden intresseissä olevan datan tarjonnan ja palvelutason hyvin
- Julkisen rahan tarve selkeästi pienempi kuin julkisvetoisessa mallissa
- Palveluiden rakentaminen helppoa yhteenliittymän sopimaan ympäristöön
- Matkatieto standardoitua, laadukasta, harmonisoitua sekä pohjaltaan samaa kaikissa palveluissa
- Yhdistää sekä julkisen että kaupallisen sektorin tarpeet ja ohjauksen
- Yhteenliittymän julkistoimijalla mahdollisuus selkeään rooliin esim. pohjoismaisella ja EU-tasolla (standardit, lainsäädäntö, ...)

Heikkoudet ja riskit:

- Toimijat kattavan yhteenliittymän ja kaikille sopivien pelisääntöjen luominen voivat tuottaa haasteita
- Yhteenliittymän toimijoiden intressien ja prioriteettien ratkaiseminen mahdollisesti haasteellista valinnoissa ja kehittämisessä

5.3 Matkatiedon tuottaminen

Edellä kuvatuissa organisoitumismalleissa ei ole kuvattu sitä, kuinka laadukas matkatieto – keskiössä pysäkki-, reitti- ja aikataulutieto – kuvataan palveluiden tuottamista varten. Tämän tiedon laatuun liittyy useita tekijöitä mm.:

- Oikeamuotoisuus ja standardinmukaisuus,
- Tiedon oikeellisuus ja täsmällisyys,
- Johdonmukaisuus,
- Täydellisyys,
- Tiedon yhteentoimivuus.

Laadukkaan digitaalisen datan tuottamiseen vaaditaan oikeanlaisia tiedontuottajien tarpeita, resursseja ja kyvykkyyksiä huomioonottavia työkaluja sekä laadukasta ja yhteensopivaa pohjadataa, johon tuotettua matkatietoa liitetään.

Suuremmilla toimijoilla, kuten isoimmilla kaupungeilla, on tyypillisesti joukkoliikenteen suunnittelujärjestelmiä, joiden avulla suunnittelun pohjalta tuotetaan reitti- ja aikataulutiedot. Tällaiseen järjestelmään voi liittyä oma pysäkkietokanta tai se voi hyödyntää viranomaisten tarjoamaa pysäkkiaineistoa. Kyseiset järjestelmät ovat usein ns. *legacy*-järjestelmiä, jotka ovat pe-

riytyneet vuosien – alun alkaen jopa vuosikymmenten takaa. Järjestelmiä on pala palalta kehitetty vastaamaan aina uusiin tarpeisiin ja osaava työkalujen käyttäjäkunta on pystynyt vanhoillakin järjestelmillä tuottamaan tietosisällöltään paikoin varsin laadukasta dataa.

Suuria toimijoita hankalammassa asemassa ovat usein pienet toimijat (esimerkiksi pienet maaseudulla toimivat liikennöitsijät), joilta myös odotetaan reitti- ja aikataulutiedon tuottamista. Tähän tarkoitukseen on lakimääräisesti tarjottu julkiselta taholta RAE-työkalu, jolla säännöllisen joukkoliikenteen matkatietoa on voinut tuottaa. Tämän työkalun käyttö on koettu monella pienellä toimijalla vaikeakäyttöiseksi ja siksi sitä ei ole pienten toimijoiden keskuudessa otettu laajemmin käyttöön. Käytön lisäämiseksi RAE-työkalua tulisi modernisoida käytettävyyden ja uusien kaivattujen toimintojen osalta.

Kattavan matkatiedon tuottamiseksi reitti- ja aikataulutiedot tarvittaisiin kuitenkin kaikilta toimijoilta. Yksi mahdollisuus on, että tämän digitaalisen datan tuottaisi joku muu kuin itse liikennöitsijä. Tämä malli on ollut toimiva kaukoliikenteen osalta isolle osalle Matkahuollon piirissä toimivista bussiliikennöitsijöistä. Tällainen puolesta tuottamisen malli on myös selkeästi ollut mielessä MMTIS-asetukseen liittyvässä metatieto-ohjeistuksessa (Lubric ym. 2019), sillä siellä erotetaan tiedon julkaisija, tietoon liittyvä yhteyspiste sekä tiedon omistaja, joka tuottaa tiedon. Tällainen malli voisi siis toimia laajemminkin vapaasti käytettävän reitti- ja aikataulueditorin rinnalla tai jopa sen sijaan. Näin menetellen, tarvittavaa hyvälaatuista dataa saataisiin kaikilta toimijoilta.

5.4 MJDI-työryhmän ehdotus toimintamalliksi Suomeen

5.4.1 Mallien vertailua

Työryhmän keskusteluissa sekä tehdyissä haastatteluissa nähtiin laadukkaan, koko Suomen kattavan ja keskenään helposti yhdisteltävän matkatiedon olevan se tavoite, mihin tulee pyrkiä. Tämän lisäksi data pitäisi olla saatavilla riittävällä palvelutasolla kaikkina aikoina (24/7/365). **Edellä mainituista vaatimuksista johtuen matkatietojen koonti nähtiin selkeästi parempana vaihtoehtona kuin hajautettu tieto**, joka olisi esimerkiksi NAP:in kautta löydettävissä tiedontuottajien omista rajapinnoista. Hajautetussa mallissa ei yksinkertaisesti voida taata samanlaista määritettyä tiedon tasalaatuisuutta ja yhteensopivuutta sekä saatavuuden palvelutasoa kuin hyvin hoidetussa koontikannassa. Hajautetun tiedon avulla matkatietoon perustuvien palveluiden rakentaminen tulisi siis huomattavan työlääksi jokaisen joutuessa koostamaan hajautetut, heterogeeniset tietolähteet itse. Näin jouduttaisiin tekemään sama työ moneneen kertaan, mikä ei ole järkevää.

Tässä luvussa koontimalleja on kolme: 1) markkinaehtoinen, 2) julkisvetoinen ja 3) julkisten ja markkinatoimijoiden yhteinen (PPP) organisoitumismalli. Puhtaasti markkinavetoiseen malliin on vaikeaa löytää toimijaa, joka näkisi samalla koontitoiminnan itselleen liiketoiminnallisesti mielekkääksi ja pyrkisi kaiken kattavuuteen. Tämä oli pääsyy siihen, että Liikennevirasto aikoo ottaa tehtäväkseen koontipalvelun tarjoamisen (HE 161/2016).

Jäljelle jäävät julkisvetoinen ja PPP-malli, joista ensimmäinen edustaa Norjassa käyttöön otettua mallia, jossa valtio-omisteinen Entur on valinnut lähestymistavaksi eurooppalaisen standardin ja luonut avoimen koodin ratkaisun teknisen ympäristön toteuttamiseksi koko Norjalle – tehden itse koko Norjan matkatietoaineiston myös muiden palveluiden käyttöön. Suomen Liikenneviraston (ja sittemmin Traficomin) ylläpitämä koontikanta on ollut Suomessa yritys tähän suuntaan, mutta koonti on saatu eri syistä johtuen parhaimmillaankin vain osittaiseksi. Valtiovallan taholta ei ole viestitty sellaista tahtotilaa, jossa huomattavilla panostuksilla voitaisiin seurata Norjan mallia puhtaasti julkisella rahoituksella. Päinvastoin viranomaisten tehtäväkenttää on tässä roolissa haluttu pienentää (HE 161/2016).

Koontimalleista mielekkäimmäksi on nähty keskeisten markkinavetoisten ja julkistoimijoiden yhteenliittymä, joka jakaa kehitys- ja ylläpitokustannukset. Yhteenliittymän kautta sen toimijat pääsevät myös vaikuttamaan parhaiten koontipalveluiden kehittämiseen taaten

tarvittavan ketteryuden uusien tarpeiden noustessa esiin. Tämä malli vähentää julkisen rahoituksen tarvetta ja toisaalta tuo kaikki merkittävät matkatietotoimijat mukaan työhön ja esittämään omia tarpeitaan kehitykselle.

5.4.2 Lähtökohdat tavoiteltavalle mallille

Tätä selvitystyötä tehdessä kansallinen matkatiedon koontikanta on vielä ollut Traficomien vastuulla, mutta sen kehittäminen on käytännössä ollut pysähdyksissä uuden liikennepalvelulainsäädännön valmistelun alusta lähtien odottamassa tulevia linjauksia. Traficom ylläpitää myös vuonna 2018 perustettua Liikkumispalvelukatalogia, jonka tarkoitus on kerätä liikkumispalveluiden tarjoajien koneluettavat avoimet rajapinnat yhteen. Tämä palvelu täyttää vaatimuksen MMTIS-asetuksesta (2017) kansallisesta yhteyspisteestä multimodaalisten matkatietojen osalta. Traficomien toimintaa on ohjattu kohti liikenteen ja viestinnän valvontaa sekä lupa-, rekisteröinti-, hyväksyntä- ja turvallisuustehtäviä. Samalla TMFG on esimerkiksi LVM:n taholta nostettu varteenotettavaksi kandidaatiksi liikkumispalvelukatalogin ja samalla mahdollisen koontikannan vastuutahoksi. TMFG onkin tehnyt selvitystä itse LVM:lle siitä kuinka he voisivat nämä tehtävät ottaa haltuun. Koontikannan osalta suunnitelmissa on ollut siirtää koontikanta-toiminnot reitti- ja aikataulutietojen osalta TMFG:lle ja jatkaa palveluiden kehittämistä siltä pohjalta, mihin ne ovat vuonna 2016 jääneet (ks. Leskinen ym. 2016). Koontikantapalveluiden lisäksi nykyisin Traficomien tarjoama RAE-työkalu siirtyisi koontikannan mukana, mutta mahdollisesti sen modernisoinnin sijaan se korvautuisi tulevaisuudessa puolestadigitointipalveluna.

Kun Traficomien koontikanta sisältää HSL:n, Waltti-alueiden, Finavian ja VR:n sekä myös ELY-keskusten hankkiman liikenteen matkatietoa, niin kaukoliikenteen ja maaseudun bussiliikenteen osalta Suomessa merkittävin koostaja on Matkahuolto, jolla on n. 200 sopimusliikennöitsijää, joiden tietoja se muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta digitoi liikennöitsijöiden puolesta. Kaikki nämä matkatiedot ovat avoimesti ja ilman eri korvausta saatavilla käytettäväksi palveluissa Creative Commons Nimeä 4.0 -linssin käyttöehtojen mukaisesti. Tosin Matkahuollon digitoimat matkatiedot ovat tarjolla vain liikennöitsijäkohtaisina paketteina, ei koostettuna pakettina. Matkahuollon matkatietopalvelut ja niiden pohjalla oleva taustajärjestelmä ja työkalut ovat parhaillaan tätä selontekoa tehdessä voimakkaan kehityksen kohteena. Tässä mm. Kyyti Group on toiminut matkatietopalveluiden teknologiaratkaisuissa kehityskumppanina.

Pysäkkiaineiston valtakunnallinen koonti on tällä hetkellä keskitetty Väylävirastolle Digiroad-tietokannan yhteyteen tieverkon liityntäpisteiden osalta (mukaan luettuna HSL:n raitiovaunupysäkit), mutta se ei kata kaikkea muihin liikkumismuotoihin liittyvää liityntäpisteaineistoa (vrt. esim. vesiliikenne). Kunnat, Waltti-kunnat, ELY-keskukset sekä HSL luovat tai siirtävät omat pysäkkiaineistonsa Digiroadiin. Samaan aikaan Matkahuollolla on erittäin kattava ja tietyiltä osin tarkempi pysäkkiaineisto kuin Digiroadissa oleva.

Teknisen kehitystyön osalta osaaminen ja työ on Suomessa OTP-pohjaisten matkatietopalveluiden sekä koontikantapalveluiden toteuttamisen osalta vahvasti keskittynyt CGI:lle. Traficomien koontikantapalvelut, RAE-työkalu sekä sen VALLU-järjestelmään upotettu RAE:ssakin käytetty reittityökalu ovat kaikki CGI:n toteuttamia ja ylläpitämiä. Itse VALLU-järjestelmän on toteuttanut Digia. Digitransit-pohjaisessa reittiopastoteutuksessa veturina on vahvasti asiakasomistaja HSL, mutta varsinainen toteutustyö tapahtuu CGI:n teknologiatiiimin toimesta. HSL:n keskeisin intressi on tarjota korkeatasoiset matkatietopalvelut Helsingin seudulle, ei niinkään vetää kansallista matkatietopalvelukehitystä. Helsingin seudulle kehitettävät ratkaisut ovat kuitenkin usein suoraan sopivia muille alueille, kuten Waltti-kaupunkeihin.

HSL on aloittanut myös pitkäjänteisen uudistustyön oman joukkoliikenteen suunnitteluun ja matkatiedon tuottamiseen käytetyn Joukkoliikennerekisterin (JORE) uudistamiseksi. Kehitystyössä pyritään modulaariseen ratkaisuun, joka voidaan muiden toimijoiden niin halutessa avata muidenkin käyttöön. Matkatiedon digitointia silmällä pitäen HSL:n työtä on syytä seurata ja synergioiden löytyessä ryhtyä yhteistyöhön modernien digitaalisen matkatiedon tuottamisen ratkaisujen eteenpäin viemiseksi useampia toimijoita hyödyttävästi.

5.4.3 Toimijat ja roolit tavoiteltavassa mallissa

Edellisen luvun kuvaamista lähtökohdista PPP-mallilla toteutettavan kansallisen koontipalvelun organisointiin keskeisiä toimijoita rooleineen, tehtävineen ja esille nousseina tulevaisuuden potentiaalisine tehtävineen on koottu Taulukkoon 4.

Taulukko 4. Matkatietojen koontiin liittyviä keskeisiä toimijoita Suomessa.

Organisaatio	Rooli	Matkatietoon liittyvät tehtävät nykyhetkellä	Tulevaisuuden mahdollisia matkatietoon liittyviä tehtäviä
LVM	Poliittiset ja strategiset linjaukset sekä lain-säädännön valmistelu		
Traficom	Lupa-, rekisteri- ja valvontaviranomainen. Liikennejärjestelmän toimivuuden, turvallisuuden ja kehityksen edistäminen.	Liikkumispalveluiden NAP, joukkoliikenteen staattisen reittiliikenteen koontipalvelut ja digitointityökalut (RAE) pienille toimijoille sekä kansallinen reittiopas (matka.fi), osallistuminen Digitransit-kehitykseen, standardointi ja kansainvälinen yhteistyö	Standardointi ja kansainvälinen yhteistyö, matkatiedon ja matkatietopalveluiden valvonta. Luopuminen koontikantapalveluista ja RAE-työkalusta.
TMFG	Liikenteenohjaus- ja hallintapalvelut sekä niihin liittyvä tiedonkeruu, hallinta ja hyödyntäminen (Digitraffic).	Rautatieliikenteen matkatietojen tarjoaminen	Liikkumispalveluiden NAP, joukkoliikenteen staattisen reittiliikenteen koontipalvelut ja digitointiratkaisut pienille toimijoille. Matkatiedon reaaliaikatie-don koonti. Kansallisen matkatiedon koontirajapintojen ja markkinapaikan tarjoaminen. Standardointi ja kansainvälinen yhteistyö, matkatiedon ja matkatietopalveluiden tuottamisen ohjeistaminen.
HSL	Helsingin seudun joukkoliikenteen suunnittelu, edistäminen ja järjestäminen, matkatietopalveluiden tuottaminen, viranomaisvelvoitteet, kuten taksa- ja lippujärjestelmien hyväksyntä sekä	Helsingin seudun matkatiedon digitointi ja matkatietopalveluiden tarjonta, Helsingin seudun paikallisliikenteen pysäkkietietojen hallinta, Digitransit-kehityksen omistajuus	OTP2-pohjainen matkatietopalveluiden kehitys kaupunkiympäristöön, digitointiratkaisujen avoimien ratkaisujen kehitys

	lipunmyynnin järjestäminen ja matkalippujen tarkistus.		
LMJ	Waltti lippu- ja maksujärjestelmän ylläpito, lippu- ja matkatietopalveluiden tarjoaminen Waltti-alueille, viranomaisvelvoitteet (vrt. HSL)	Osallistuminen Digitransit-kehitykseen, Digitransit-pohjainen reittiopas Waltti-kaupunkeihin, Waltti-alueiden reitti- ja aikataulutietojen hallinta	Nykyisten tehtävien lisäksi valtakunnallisen reittioppaan sekä lippu- ja maksupalvelun toteutus koontikannan pohjalta.
Matkahuolto	Linja-autoliikenteen palvelu- ja markkinointiyritys, joka tarjoaa matka- ja pakettilogistiikan palveluita.	Kaukoliikenteen ja haja-asutusalueen pysäkki-, reitti- ja aikataulutiedon digitointi ja koonti, reitti- ja lipunmyyntipalvelut, pakettilogistiikka	Kansallisten koontipalveluiden sekä puolesta-digitointipalveluiden tarjoaminen. Reaaliaikatyökalujen tarjoaminen. Koontirajapinnat muiden palveluntarjoajien käyttöön. Kansallisen reittioppaan sekä lippu- ja maksupalvelun tarjoaminen.
Väylävirasto	Tie-, rata- ja meriliikenteen väyläverkon suunnittelu, kehittäminen ja kunnossapito sekä liikenteen ja maankäytön yhteensovittaminen sekä talvimerenkulun hallinta.	Digiroad, jossa kansallinen pysäkkiaineisto (lähinnä tieverkon liityntäpisteet)	Kansallisen pysäkkiaineiston rekisteri.

PPP-mallissa kansallisen koontikantapalveluiden organisoitumiseen vetovastuun osalta (muiden keskeisten toimijoiden ohjauksessa) vaikuttaa olevan tarjolla kaksi organisaatiota: valtion omistama erityistehtäväkonserni TMFG sekä Linja-autoliiton omistama Matkahuolto. Liikennetiedon kerääjänä TMFG:n roolia voi puoltaa liikennetiedon keräämisen, hallinnan ja jakamisen täydentämisenä liikkumispalveluiden tuottaman tiedon osalta. Liikenteen tiedon markkinapaikkasuunnitelmat sopivat myös hyvin erilaisen matkatiedon keräämiseen yhteen paikkaan. On kuitenkin huomattava, että esim. multimodaalisen matkatiedon haltuunotto ja tarpeet matkatiedon standardoinnissa, koostamisessa, laadun takaamisessa sekä teknisissä ratkaisuissa ei ole pieni ponnistus sellaiselle taholle, jolta tämä kokemus ennestään puuttuu. Tässä ratkaisumallissa on tärkeää saada Traficomilta ja muilta keskeisiltä toimijoilta tiedon ja osaamisen siirtoa tehokkaasti TMFG:lle matkatietotoiminnan käynnistämiseksi ja ripeäksi edistämiseksi.

Nopean koontikantakehityksen osalta Matkahuolto voisi tarjota varteenotettavan vaihtoehdon koontikantapalveluiden tarjoamiseksi ainakin teknisen ratkaisun näkökulmasta. Matkahuollolla on jo meneillään voimakkaita kehitystoimenpiteitä oman toimintansa kehittämiseksi sekä digitoinnin, koonnin, että matkatietoon perustuvien palveluiden osalta. Näin ollen jo meneillään olevaa kehitystä olisi mahdollista ohjata tarjoamaan kansallinen ratkaisu nopealla aikataululla. Lisäksi aikaisemman koostamiskokemuksensa ja siihen varattujen resurssien valjastaminen kansalliseen koontiin voisi olla kustannustehokas vaihtoehto, mutta vaatisi sekin digitointityökalujen uudistamista. Samalla tavalla kuin TMFG:n tapauksessa, myös Matkahuolto-vetoinen koonti vaatii tuekseen julkista rahoitusta, jotta ainakin peruskoontitieto voidaan pitää avoimena ja ilmaisena. Matkahuollon vastatessa koontipalveluista ratkaistavaksi tulisi mm. eri matkatie-

toa toimittavien viranomaisten prosessien sovittaminen yhteen uuden toimijan kanssa, kaikkien liikennemuotojen haltuunotto, kaiken pysäkkiaineiston hallinta (mahdollisesti yhdessä Väyläviraston kanssa) sekä ehdot tiedon jakamisesta tasapuolisesti muiden palveluntarjoajien käyttöön.

Reitti- ja aikataulutietojen koonnin lisäksi osaksi koontikantapalveluita lukeutuu kansallinen pysäkkirekisteri, jossa tulisi olla kaikki multimodaalisten liikkumispalveluiden liityntäpisteet (pysäkit, asemat, terminaalit, laiturit, jne.). Kansallisen väyläinfrastruktuurin vastuuviranomaisena pysäkkirekisterin hallinnan luonnollisin paikka säilyy Väylävirastossa, sillä liityntäpisteet ovat osa väyläinfrastruktuuria. Sopimukseen tulisi kuitenkin päästä siitä, että muiden toimijoiden tekemä työ voidaan noteerata kohtuullisella korvauksella myös pysäkkitiedon luomisessa. Lisäksi, tieverkon Digiroadissa talletettujen liityntäpisteiden lisäksi myös muiden liikkumismuotojen liityntäpisteet tulisi koota pysäkkirekisteriin.

Yhteenliittymässä voi olla syytä jakaa vastuita eri tehtävien suhteen. Kuten Taulukko 4 kiteyttää, eri tahoilla on erilaisia vahvuuksia. Edellä mainittujen vetovastuukandidaattien lisäksi muiden tehtävien vetovastuita voisi jalkauttaa alkuun esimerkiksi seuraaville tahoille:

- Standardointi ja kansainvälinen yhteistyö: Traficom ja TMFG.
- Matkatiedon saatavuuden ja laadun valvonta: Traficom.
- Digitransit-kehitys: HSL, CGI sekä muut sopivaksi katsotut sovellustoimittajat.
- Kaupunkialueiden matkatiedon tuottaminen: HSL, LMJ.
- Kaukoliikenteen ja haja-asutusliikenteen matkatiedon tuottaminen: Matkahuolto.
- Pysäkkitiedon koonnin koordinointi: Väylävirasto, Matkahuolto, HSL.
- Vesiliikenteen matkatietojen koonti: TMFG.

Edellä mainitussa listassa mainittujen vetovastuiden lisäksi on huomioitava, että lopulta luodaan sellainen työn organisointi, jossa kaikki tarvittavat osapuolet pääsevät tuomaan oman näkemyksensä mukaan. Esimerkiksi pienten kuntien edustus tulee tuoda yhteenliittymään jonkun edellä mainitun tai jonkun lisättävän vetovastuullisen kautta.

5.4.4 Liiketoimintamahdollisuudet tavoiteltavassa mallissa

Sekä kansallinen että EU-lainsäädäntö mahdollistaa matkatiedoista ja niihin liittyvistä palveluista laskuttamisen. Peruseriaatteena on, että verorahoin tuotettua viranomaistietoa jaetaan avoimesti ja ilmaiseksi, mutta markkinaehtoisilta toimijoilta voi odottaa myös ehtoja kohtuullisista korvauksista, jos he näkevät sen tarpeelliseksi omalle toiminnalleen. Joukkoliikenteen matkatietojen jakaminen on kuitenkin yleensä joukkoliikennetoimijoiden omaa liiketoimintaa edistävää ja näin ollen julkisen liikenteen matkatietojen ilmaisuus on usein perusteltua. Matkatiedon tuottamiseen, jalostamiseen, jakamiseen ja niihin liittyviin palveluihin liittyy kuitenkin useita liiketoimintamahdollisuuksia (ks.

Taulukko 5).

Taulukko 5. Matkatietoon ja sen hyödyntämiseen liittyviä liiketoimintamahdollisuuksia.

Toiminnallinen kerros	Esimerkki tuote- tai palveluliiketoimintaan liittyvästä mahdollisuudesta
Loppukäyttäjän palvelut	<ul style="list-style-type: none"> • MaaS-palvelualustat ja -palvelut • Opastusjärjestelmät ja -palvelut

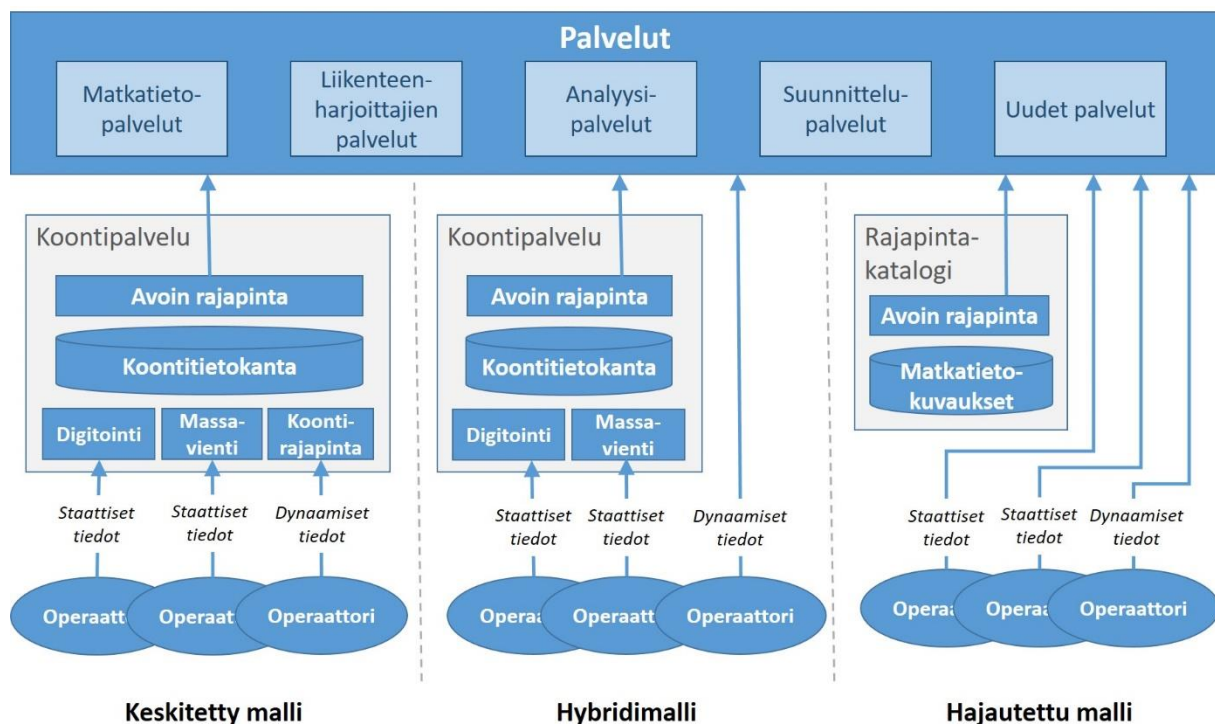
Palvelulogiikka- ja älykkyys (reititys, liputus ja maksaminen, analytiikka)	<ul style="list-style-type: none"> • Reititysjärjestelmät ja -palvelut • Laskutusjärjestelmät, liputussovellukset, dynaamiset hinnoittelulogiikat ja em. liittyvät palvelut • Analyysityökalut ja -palvelut
Tietovarantojen hallinta (tiedon kokoaminen, harmonisointi, validointi, varastointi, jakaminen)	<ul style="list-style-type: none"> • Tietojen koontipalvelut • Tiedon harmonisointi-, validointi- ja muunnostyökalut ja -palvelut • Tiedon varastointi, rajapintojen ja käytöhallintatyökalut ja -palvelut
Perustietojen tuottaminen (pysäkki-, reitti- ja aikataulutiedot, reaaliaikatieodot)	<ul style="list-style-type: none"> • Reitti- ja aikataulueditorit • Reitti- ja aikataulutietojen puolestadigointipalvelut • Karttatietojen tuottaminen ja jakelu, karttatiedon ylläpito (esim. OSM) • Geokoodaus/reverse geokoodaus -palvelut • Pysäkkitiedon ylläpito & validointipalvelut • Reaaliaikatieodien tuottamiseen liittyvät laitteet ja palvelut (sijaintitiedot, matkustajalaskenta, sujuvuustiedot jne.)

6 Avoimen lähdekoodin ratkaisu kansallisen koontikantapalvelun pohjaksi

Tässä kappaleessa käsitellään ehdotusta koko maan kattavan keskitetyn joukkoliikenteen koontitietokannan teknisestä järjestäytymismallista. Koontikanta sisältää määritelmällisesti joukkoliikenteen pysäkit, reitit, sekä aikataulut. Kappaleessa 6.1 tarkastellaan Suomen kansallisen järjestelmän tavoitetilaa, vaatimuksia, sekä tavoitellun koontitietokannan kokonaisarkkitehtuuria. Ehdotetun koontikannan toteutusmalli **pohjautuu Norjassa käytössä olevaan keskitettyyn ratkaisuun**, joka esitellään kappaleessa 6.2. Kappaleessa 6.3 arvioidaan vaatimuksia Norjan mallin soveltamiseksi Suomessa keskeisten järjestelmäkomponenttien kannalta (Reitti-, aikataulu- ja pysäkitietokanta). Kappaleessa 6.4 käydään läpi Norjan järjestelmää muiden järjestelmäkomponenttien osalta. Kappaleessa 6.5 esitetään yhteenveto kokonaisjärjestelmän työmääristä.

6.1 Tavoitetila ja vaatimukset

Käyttäjä- ja ympäristöystävällinen joukkoliikenne tarvitsee **monikanavaisia, helposti saavutettavia ja helppokäyttöisiä sekä luotettavia informaatiojärjestelmiä** liikennetarjonnan esittämiseen kuluttajille. Näiden informaatiopalveluiden toteuttaminen edellyttää ajantasaista ja luotettavaa tietoa ylläpitäviä tietokantoja (mm. reitti, pysäkki, tiestö) ja modulaarisia komponentteja tietoaaineiston jalostamiseen. Kuva 26 esittää kolme vaihtoehtoista mallia valtakunnallisen joukkoliikennetiedon hyödyntämiseksi.



Kuva 26. Vaihtoehtoja järjestelmäarkkitehtuurien malleiksi.

Hajautetussa mallissa jokainen joukkoliikennetoimija ylläpitää itsenäisesti omia tietojaan ja tietoihin pääsee käsiksi kootun rajapintakatalogin (NAP, National Access Point) kautta. Itse tiedon käy kukin hyödyntäjä hakemassa suoraan tietoa tarjoavalta taholta tietolähteen itse määrittelemän ja tarjoaman rajapinnan kautta. Keskitetyssä mallissa kaikki tiedot kerätään keskitettyyn valtakunnalliseen koontitietokantaan, johon tarjottavien rajapintojen (API, Application Programmer's Interface) kautta tietoa voidaan käsitellä. Hybridimallissa osa tiedoista (esim. staattiset aikataulutiedot) kerätään koontikantaan ja osa tiedoista (esim. dynaamiset liikennetiedot) jaetaan suoraan toimijoiden omien rajapintojen kautta.

Joukkoliikenteen koontitietokanta sekä lippu- ja maksujärjestelmät ovat matkustajille tuotettavien palveluiden perusta. Valtakunnallisten katkeamattomien matkaketjujen ja alueellisen saavutettavuuden tukemiseksi perusaineistoja, kuten pysäkkitietoja ja niihin perustuvia reitti- ja aikataulutietoja ja niiden taustalla olevia tietoteknisiä ratkaisuja ei ole järkevää toteuttaa alueellisesti tai toimijakohtaisesti, vaan kootusti valtakunnallisesti useamman toimijan yhteistyönä. Koko maan kattava keskitetty joukkoliikenteen koontikanta mahdollistaa kustannustehokkaan perustietojärjestelmän kehityksen ja ylläpidon, sekä tukee sen avulla luotavia lisäarvopalveluita ja liiketoimintaekosysteemien muodostumista.

Tavoitteena on, että tiedot koko Suomen joukkoliikenteestä kerätään keskitettyyn joukkoliikenteen koontitietokantaan, joka toimii alustana ja mahdollistajana erilaisille matkustaja- ja suunnittelunpalveluille. Koontitokannan arkkitehtuurin määrittelyssä keskeisenä tavoitteena on mahdollistaa joukkoliikenteen koontitietokannan päälle rakennettavien palveluiden hyvä käytettävyys ja koontitietokannan sisältämän ja välittämän tiedon luotettavuus ja laatu. Nämä tavoitteet mahdollistavat parhaan mahdollisen lisäarvon tuottamisen joukkoliikenne-ekosysteemin eri osapuolille (mm. matkustajat, liikenteenharjoittajat ja viranomaiset). Hyvän palvelutason ja selvän lisäarvon avulla saadaan toimijat sitoutumaan palveluiden vaatimiin ylläpitoprosesseihin. Koontitietokannan operointiin liittyvät prosessit voidaan jakaa tiedonkeruuseen, tiedon yhteensovitukseen sekä laadunvarmistukseen.

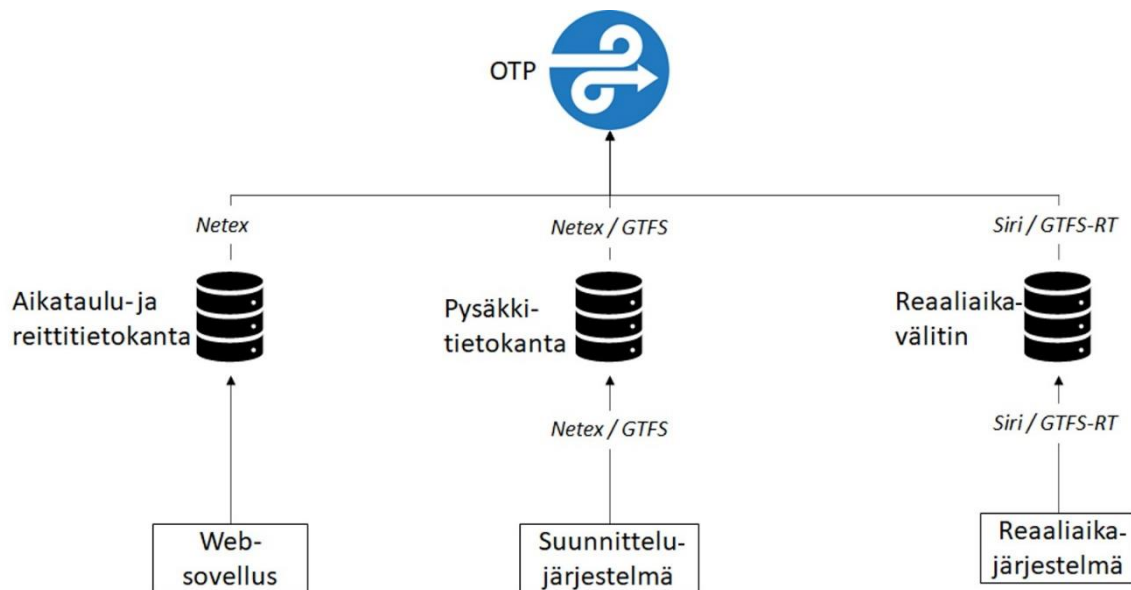
Koska nykyisessä koontikannassa on havaittu tiedon laatuun ja sen saatavuuteen liittyviä ongelmia, tulisi tulevaisuuden ratkaisussa keskittyä näiden ongelmien oleelliseen pienentämiseen. Vaikka suuri osa tämän tavoitteen saavuttamiseen tähtäävistä keinoista liittyy itse tehtävien organisointiin ja tietoa tuottavien toimijoiden motivointiin, voidaan teknisillä ratkaisulla-kin edistää kyseisten päämäärien toteutumista. Käytännössä tämä tapahtuu tarjoamalla toimivia ja käyttäjilleen lisäarvoa tuottavia helppokäyttöisiä työkaluja, joilla käsiteltävän aineiston laatu voidaan taata. Näitä perusaineiston käsittelyyn liittyviä järjestelmiä ovat:

- Pysäkkiaineiston tuottamiseen ja ylläpitoon tarkoitetut työkalut.
- Reitti- ja aikatauluaineiston laadintaan ja ylläpitoon tarkoitetut työkalut ja palvelut.
- Aineiston siirtoa avustavat ja sisällön oikeellisuutta tarkastavat järjestelmät (ts. erilaiset muuntimet ja validaattorit).

Edellisten työkalujen ja palveluiden lisäksi on huomattava, että reitti- ja aikatauluaineistot eivät usein synny ilman joukkoliikenteen suunnittelua, jossa on puolestaan huomioitava tarjolla oleva kalusto, työvoima, kustannukset, kysynnän ja tarjonnan analyysi jne.). Reitti- ja aikataulutiedot voivat syntyä tällaiseen suunnitteluun tarkoitetun kokonaisjärjestelmän tuottamana tai sitten toisessa ääripäässä suunnittelu tehdään paikallistuntemusta ja aikaisempia kokemuksia hyödyntäen ”paperilla” ja luodaan reiteille aikataulut. Aikataulut digitoidaan suoraan esimerkiksi RAE-työkalulla reittioppaissa hyödynnettävään muotoon – jos digitoidaan ollenkaan.

Keskitetyssä mallissa etuna hajautettuun lähestymistapaan on se, että tällaisia yhteisesti käytettävissä olevia työkaluja ja sisällön laadunvarmistusta avustavia palveluita on helpompi kehittää ja ylläpitää kuin useista rinnakkaisista järjestelmistä koostuvissa ratkaisuista, joissa kehityspanokset joudutaan hajauttamaan useisiin eri kohteisiin. Lisäksi yhteentoimivuuden ongelmat usein helpottuvat oleellisesti, kun käytössä olevien tietojärjestelmien määrä pienenee. Toimiakseen keskitettykin malli kuitenkin edellyttää yhteisiä käytäntöjä (esim. tiedonsiirtoformaatit, protokollat jne.) ja toimijoiden välisiä sopimuksia, jotta tavoiteltuun järjestelmään päästäisiin.

Tässä työssä esitetään ratkaisumallia valtakunnallisen joukkoliikenteen koontitietokanta järjestämiseksi. Ratkaisumalli perustuu Enturin kehittämään ja nykyisin Norjassa tuotantokäytössä olevaan keskitettyyn ratkaisuun (Kuva 27).



Kuva 27. Keskitetty kansallinen koontikanta Norjassa (Muokattu lähteestä: Tryti 2019a).

Norjan pysäkki-, reitti-, ja aikataulujärjestelmätekniikka perustuu mikropalveluarkkitehtuuriin, jolla tarkoitetaan ohjelmiston suunnittelussa käytettyä arkkitehtuurimallia, jossa sovelluskokonaisuuksia on hajautettu ja jaettu itsenäisiksi palveluiksi (prosesseiksi). Aiempien monoliittisten tietojärjestelmien ongelmina ovat olleet mm.:

- Joustamattomuus järjestelmien rakentamisessa ts. erilaisten teknologien käyttömahdollisuuksien yhdistäminen kokonaisjärjestelmän toteuttamisessa.
- Huono skaalautuvuus ts. jos järjestelmän osakokonaisuutta on haluttu päivittää tai järjestelmää on haluttu toiminnallisesti laajentaa, kokonaisjärjestelmä on jouduttu rakentamaan uudelleen.
- Luotettavuusongelmat, yhdenkin toiminnallisuuden vikaantuminen saattaa halvaannuttaa koko järjestelmän toiminnan.
- Järjestelmien pitkä kehitysaika.

Palvelukeskeinen arkkitehtuuri (SOA, Service Oriented Architecture) luotiin pitkälti vastauksena näihin perinteisesti monoliittisia tietojärjestelmien kehittämistä ja ylläpitoa koskeviin ongelmiin. SOA pilkkoo sovelluksiin tarvittavat komponentit erillisiksi palvelumoduuleiksi, jotka kommunikoivat keskenään varsinaisten suurempien toiminnallisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Mikropalveluarkkitehtuuria pidetään yleensä SOA:n evoluutiona, joskin sen palvelut ovat hienorakeisempia ja toimivat entistä enemmän toisistaan riippumattomasti. Mikropalveluarkkitehtuurissa jokaisen osakomponentin tulisi olla omavarainen ja toteuttaa jokin ”yksittäinen liiketoiminnallinen kyvykkyys” (business capability).

Mikropalvelumallilla on runsaasti etuja puolellaan. Arkkitehtuurimallissa toimintaympäristön ja tarpeiden muuttuessa kokonaisuuden osa voidaan tällöin helposti korvata toisella. Lisäksi se tarjoaa suurempaa vikasietoisuutta ja usein myös parempaa suorituskykyä kuin monoliittinen ratkaisu. Kun järjestelmän mikropalvelut ovat toisiinsa löyhästi kytketty, yhden palvelun vikaantuminen ei välttämättä halvaannuta koko järjestelmän toimintaa. Järjestelmän skaalaaminen yksinkertaistuu, kun lisäresurssien tarve voidaan kohdentaa tarkemmin. Kehitystyö myös helpottuu ja tulee joustavammaksi, koska järjestelmän osakomponentteja (mikropalveluita) voidaan rajapintamäärittelyjen jälkeen kehittää itsenäisesti ja useilla erilaisilla teknologioilla.

6.2 Norjan malli

Norjassa on nähty, että kansallinen joukkoliikenteen reittitieto, kaiken tyyppisissä säännöllisissä julkisissa liikennevälineissä, on välttämätön perusta valtakunnallisille kilpailuvapaille matkustuspalveluille. Keskitetyt matkatietopalvelut mahdollistavat paremman reitti- ja pysäkkitietojen laadunvarmistuksen. Myöskään maakuntien, kuntien ja muiden toimijoiden ei tarvitse perustaa omia palveluitaan reittitietojensa julkaisemiseen ja levittämiseen. Kansallinen reittitieto helpottaa myös uusien ja parempien matkatietopalveluiden syntymistä, jotka taas edistävät joukkoliikenteen käyttöä yleisesti.

Norjassa liikennepoliittisena tavoitteena on luoda valtakunnallinen tuki kaiken säännöllisen julkisen liikenteen matkasuunnitteluun. Tätä varten perustettiin valtakunnallinen matkatietopalvelu kaiken tyyppiselle säännölliselle julkiselle liikenteelle. Norjan liikenneministeriö haluaa, että kaikki kansalliset reittitiedot kerätään ja asetetaan julkisesti saataville kansallisiin matkasuunnittelu- ja muihin palveluihin. Näin Liikenneministeriö pyrkii helpottamaan kansallisten multimodaalisten matkatietojen laatimista ja palveluiden kehittämistä. Tavoitteena on kerätä tietoja kaikista säännöllisesti ajettavista joukkoliikennereiteistä Norjassa ja asettaa nämä reittitiedot julkisesti saataville kilpailun kannalta neutraalilla tavalla, joka soveltuu tukemaan matkasuunnittelijoita, lipunmyyntijärjestelmiä ja muita tarkoituksia, jotka voivat käyttää tällaista reittitietoa.

Vastuu kansallisten reittitietojen keräämisestä, hallinnasta ja levittämisestä Norjan valtion tiehallinnolla (Statens vegvesen). Ilmoitusvelvollisuuden tarkistamista sekä kansallisten reittitietojen keräämistä, hallinnointia ja levittämistä koskeva työ on järjestetty tiehallinnon projektina, jota on hallinnoinut ja koordinoinut Norjan valtion tiehallinnon keskushallinto (Vegdirektoratet). Projektiryhmään on kuulunut NRI:n, Norjan tielaitoksen, NSB:n, Ruterin, Flytogetin, Opplandstrafikken, Nordlandin läänin kunnan, Brakarin, Columbuksen, Agderin julkisen liikenteen ja kansallisen rautatiehallinnon jäseniä sekä NHO Transport, joka on hoitanut linja-autoliikenteen kaupallisia toimijoita.

Norjassa joukkoliikenteen informaatio- ja reitityspalveluita hallinnoi erillinen organisaatio (Entur AS). Entur on Norjan valtion omistama ja se on lähtöisin Norjan valtion rautateiden (Norges Statsbaner, NSB) lippu- ja maksujärjestelmäyksiköstä, joka eriytettiin omaksi yhtiökseen. Ratkaisun lähtökohtana on koko maan kattava järjestelmä, joka keskitetysti hallinnoi ja koordinoi sekä joukkoliikenteen informaatiota, että lippu- ja maksujärjestelmiä.

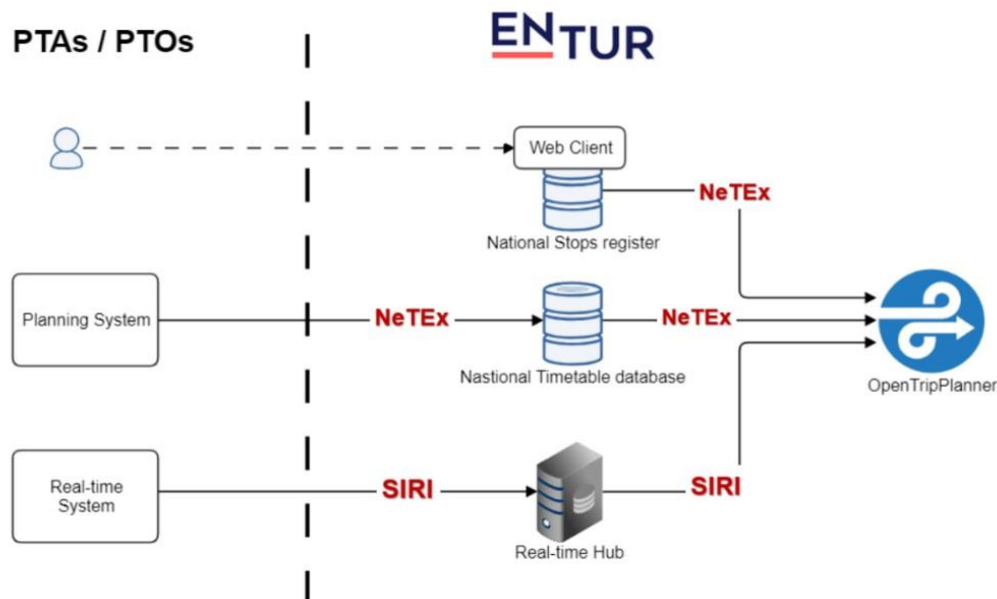
Entur kehittää joukkoliikenneinformaatiojärjestelmiä Transmodel-standardien mukaiseksi avoimen OTP-reittiopastoteutuksen version 2.0 (OTP2) pohjalta, ja tarjoaa avoimia ohjelmistokirjastoja sekä toimii joukkoliikenteen informaation keskuksena. Enturin tehtävänä on tarjota kansallinen, kilpailukykyinen ja neutraali reittiopaspalvelu.

Entur ja Norjan valtion rautatieyhtiö, joka nimenmuutoksen jälkeen on nykyään Vy (aikaisemmin NSB), ovat ottamassa asteittain käyttöön NeTEx-standardin kaikelle Norjan kansalliselle julkiselle liikenteelle. Aloitteen tavoitteena on sisällyttää NeTEx kokonaan kaikkiin julkisen liikenteen tietojen vaihtoon Norjan alueella ja kerätä kaikki julkisen liikenteen tiedot yhteen kansalliseen tietokantaan. Lisäksi perustetaan NeTEx/IFOPT-yhteensopiva pysäkkitietokanta, joka toimii perustietolähteenä kaikille kiinteille kohteille (POI, stops, jne.). Reaaliaikaiset syötteet vaihdetaan SIRI-rajapintojen avulla ja kerätään kansallisessa reaaliaikaisessa välityspalvelimessa. Hankkeessa käytetään avoimen lähdekoodin / avoimen datan lähestymistapaa kaikissa taustajärjestelmän näkökohdissa.

Kuva 28 esittää ylätasoin arkkitehtuurin Norjan reitti- ja aikataulutieto järjestelmälle. Tarkempi arkkitehtuuri Enturin matkatietojärjestelmästä on esitetty Liitteessä 6. Järjestelmä koostuu seuraavista komponenteista:

1. Reitti- ja aikataulutietokanta.
2. Kansallinen pysäkkirekisteri.
3. Reitityskone (OTP).
4. Reaaliaikatiedon välityspalvelin.

Edellä mainitut osakomponentit on esitetty tarkemmin seuraavissa kappaleissa.



Kuva 28. Korkean tason järjestelmäarkkitehtuuri Norjan koontikantaratkaisussa (Kuva: Tryti 2019a).

6.2.1 Kansalliset matkatiedot Norjassa

Kansallisilla matkatiedoilla tarkoitetaan tietoa kaikista säännöllisistä julkisen liikenteen reitti- ja aikataulutiedoista. Tähän sisältyy myös rautatieliikenne ja ilmailu. Matkatiedot sisältävät kaikki tiedot, joita tarvitaan asianmukaisten valtakunnallisten matkatietopalveluiden valmistele- miseksi Norjan julkiseen liikenteeseen. Seuraavassa esitellään lyhyesti Norjassa käyttöön ote- tut matkatietoratkaisut, jotka perustuvat Transmodel-standardien maakohtaiseen soveltami- seen (Jernbanedirektoratet 2019, Entur 2020).

6.2.1.1 Reitti- ja aikataulutietojen tiedonsiirto- ja tallennusmuodot

Norjan reitti- ja aikataulu järjestelmä perustuu NeTEx-standardiin. Järjestelmässä tarjoaa tu- kea myös GTFS-standardille ja osa järjestelmään lisättävästä tiedosta on GTFS muodossa (erityisesti reaaliaik tiedon osalta on käytössä vielä GTFS-RT-pohjaista tiedonsiirtoa). NeTEx on kuitenkin järjestelmän ns. ”päästandardi”, jonka päälle järjestelmän kehitystyö rakentuu.

Norjalaisten määrittämä NeTEx-profiili edustaa valittua osajoukkoa NeTEx-standardista. Ylei- sesti ottaen, NeTEx-profiilissa tavanomaisesti määritellään seuraavia standardin kohtia:

- Käytettävät tietoelementit,
- Käytettävät versioraamit (version frames),
- Nimiavaruuden ja tunnisteiden määrittely,
- Pakolliset ja valinnaiset attribuutit.

Taulukko 6 esittää Norjan NeTEx -profiilin rakenteen.

Taulukko 6. Norjan NeTEx -profiilin komponentit

<i>Pysäkki- profiili</i>	<i>Verkko- ja aikataulu profiili</i>	<i>Hinta- profiili</i>	<i>Siri-ET profiili</i>	<i>Siri-SX profiili</i>	<i>Siri-VM profiili</i>	<i>Siri-PT profiili</i>
NeTEx			SIRI			
IFOPT	TRANSMODEL					

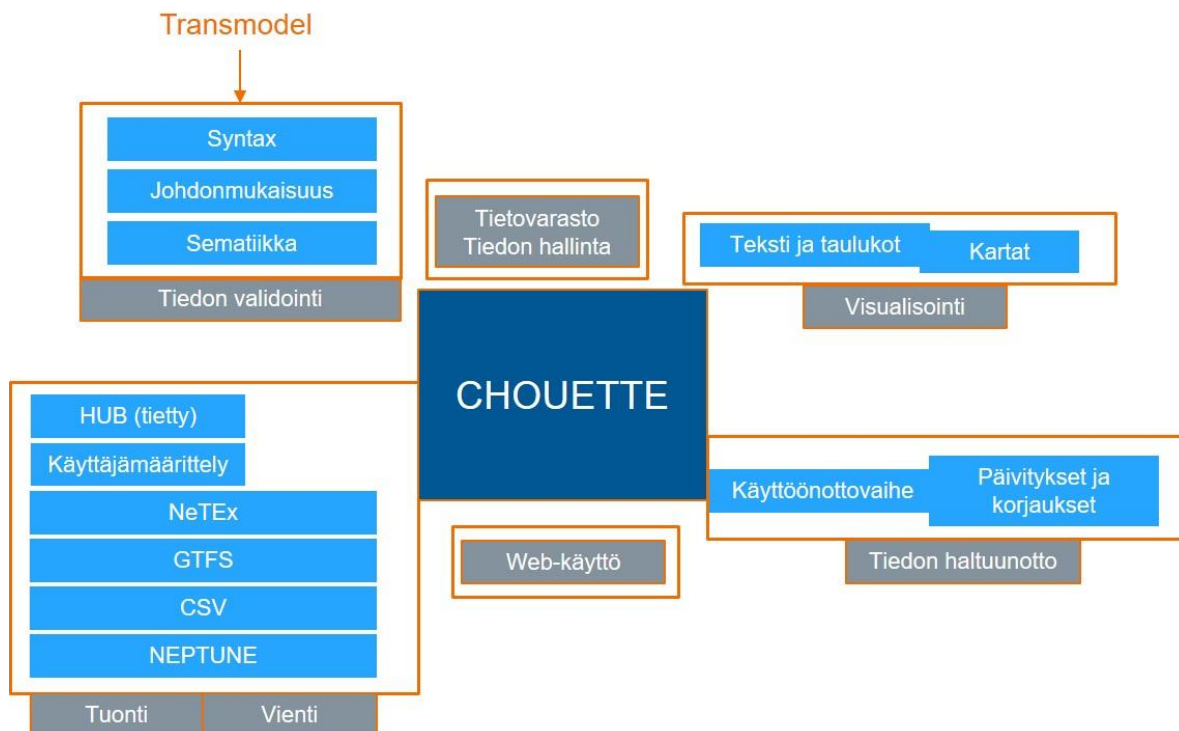
6.2.1.2 Reitti- ja aikataulutietokanta

Norjalaisten mallissa reitti- ja aikataulutietojen tietokantaratkaisu ja tietojen hallinnointi on toteutettu Chouette-ohjelmistoympäristön avulla. Chouette on alun perin Ranskan julkisen sektorin rahoittama avoimen lähdekoodin ohjelmisto ja sen päätarkoitus on kerätä ja välittää tietoja, jotka kuvaavat suunniteltuja julkisen liikenteen aikatauluja ja reittiverkon topologiaa. Chouettea mukautetaan koko ajan uusiin eurooppalaisiin joukkoliikennestandardeihin. Chouette-ohjelmistoympäristön tuetut tiedonvaihtoformaatit ovat NeTEx (täysin yhteensopiva Transmodel V6:n kanssa), ranskalainen (Transmodel V5.1 versioon perustuva) NEPTUNE-standardi (NFP 99506) sekä GTFS. Chouetten lähdekoodit ovat avoimesti saatavilla GitHub-palvelusta CECILL-B-lisenssin mukaisesti¹¹.

Chouette-ohjelmistoympäristön (Kuva 29) päätoiminnot ovat:

1. Tietojen validointi XML / Neptune-, GTFS- ja NeTEx-muotojen mukaisesti (NeTEx-sovellusten käyttöönotto on parhaillaan käynnissä).
2. Visualisoida, tuoda / viedä / muuntaa, hallita ja päivittää julkisen liikenteen palvelutarjoamaan liittyviä tietoja.

Chouette-ohjelmistoympäristö koostuu kahdesta erillisestä ohjelmistokomponentista, joita yhdistää yhteinen tietokanta: Chouette (J2EE)¹² hoitaa taustajärjestelmänä tiedonhallinnan (tietojen tuonti-, vienti- ja validointirajapinnat) ja Chouette2 (Ruby on Rails)¹³ on verkkokäyttöliittymä, jolla Chouetten rajapintoja voi käyttää verkon kautta.



Kuva 29. Chouette-ohjelmistoympäristön toiminnallisuudet (Muokattu lähteestä: Transmodel 2020).

Chouette on Java-teknologialla toteutettu ohjelmistokomponentti julkisen liikenteen tietojen käsittelemiseksi eri muodoissa (Neptune, NeTEx, GTFS) ja se tarjoaa kolme päätoimintaa:

- Tuo reitti- ja aikataulutiedot Neptune-, NeTEx- ja GTFS-muodoista.
- Vie reitti- ja aikataulutiedot Neptune-, NeTEx-, GTFS-, KML- ja GeoJSON-muotoihin.

¹¹ Katso: <http://www.transmodel-cen.eu/implementations/tools/chouette>

¹² Katso: <https://github.com/afimb/chouette>

¹³ Katso: <https://github.com/afimb/chouette2>

- Validoi tuodut reitti- ja aikataulutiedot.

Tuonti-, vienti- ja validointipalvelut tarjotaan web-palveluina ja suoritetaan asynkronisesti.

Chouetten tiedontallennusratkaisu rakentuu *Postgres*-tiedonhallintajärjestelmään ja sen *Post-GIS*-paikkatietolaajennuksen päälle. Chouette tarjoaa seuraavat ohjelmistorajapinnat (API) reitti- ja aikataulutietojen lisäykseen, muokkaukseen ja hakemiseen:

- Java API.
- REST API V1.0 (XML ja JSON).
- IEV REST API.

Chouette-lähdekoodi on saatavilla GitHubissa¹². Aineiston käytön lisenssiehdot kuvataan jäljempänä.

Chouette2 on *Ruby-on-Rails*-verkkosovellus julkisen liikenteen reitti- ja aikataulutietojen muokkaamiseen, lukemiseen, vahvistamiseen ja vaihtamiseen. Chouette2 vaatii toimiakseen yhteyden Chouette-komponenttiin ja se käyttää Chouetten tarjoamaa REST-rajapintaa erilaisten reitti- ja aikataulutietojen tuontiin, vientiin ja validointiin.

Chouette2 on toteutettu *SaaS (Software as a Service)* -mallin mukaisesti ja se tarjoaa seuraavat rajapinnat ja toiminnallisuudet:

- Välittää reitti- ja aikataulutietoja Neptune-, GTFS-, NeTEx- ja CSV-formaateissa.
- Luo ja editoi reitti- ja aikataulutietoja.
- Jakaa reitti- ja aikataulutietoa REST-rajapinnan kautta.
- Tuo, vie ja validoi reitti- ja aikataulutietoja asynkronisesti.
- Käyttää monitoimijätietokantaa.

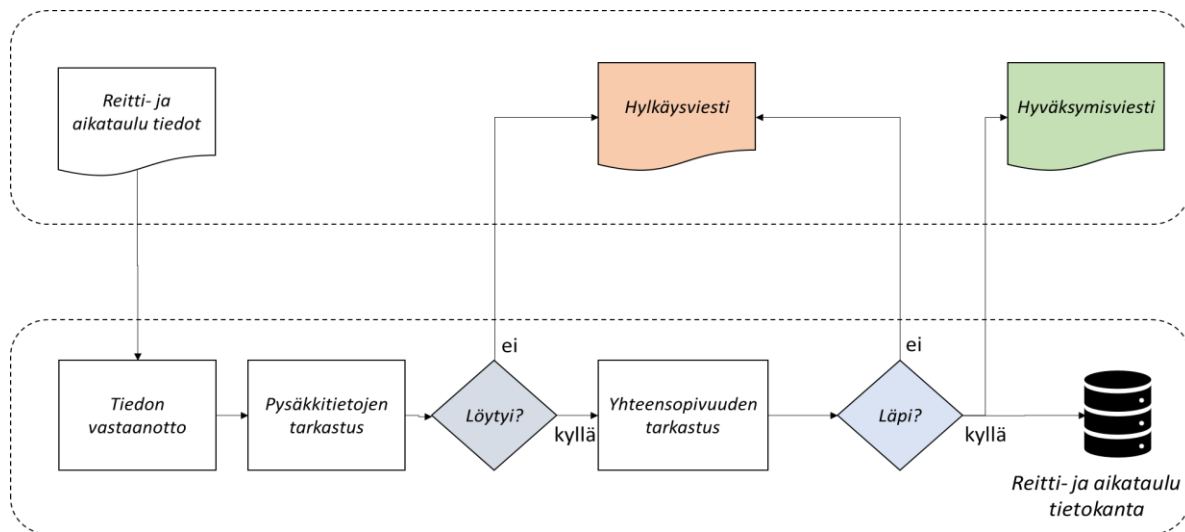
Myös Chouette2:n lähdekoodi on saatavilla GitHubissa¹³. Aineiston käytön lisenssiehdot kuvataan jäljempänä.

6.2.1.3 Reitti- ja aikataulutietojen toimitus

Enturin tarjoamassa ympäristössä tietojen toimittajien on lisättävä reittisuunnitelmat joko omina tietojoukkoinaan tai päivityksinä suoraan reittitietokannan verkkoratkaisussa. Reittitiedot päivitetään yhdellä seuraavista kanavista:

- Tiedoston lähetys SFTP:llä (SSH File Transfer Protocol).
- Tiedoston lataus web-käyttöliittymässä.
- Manuaalinen lisääminen tai muokkaaminen käyttöliittymän kautta verkkoratkaisussa.

Ennen reitityksen tietojen toimittamista kaikki tietojoukossa käytetyt pysäkkipisteet on rekisteröitävä Pysäkkirekisteriin (kts. 6.2.2). Jos linjaa ei vielä ole reittitietokannassa, se luodaan automaattisesti, kun reittitiedot toimitetaan ensimmäistä kertaa. Kaikkien toimittajien on käytettävä yksilöivää tunnistettaan lisätessään tietoja. Kuva 30 esittää lisäysprosessin vaiheet.



Kuva 30. Aikataulu- ja reittitietojen lisäysprosessi.

6.2.1.4 Reitti- ja aikataulutietojen validointi

Kaikki tietokantaan lisättävät reitti- ja aikataulutiedot tarkastetaan (validoidaan) seuraavien sääntöjen mukaisesti:

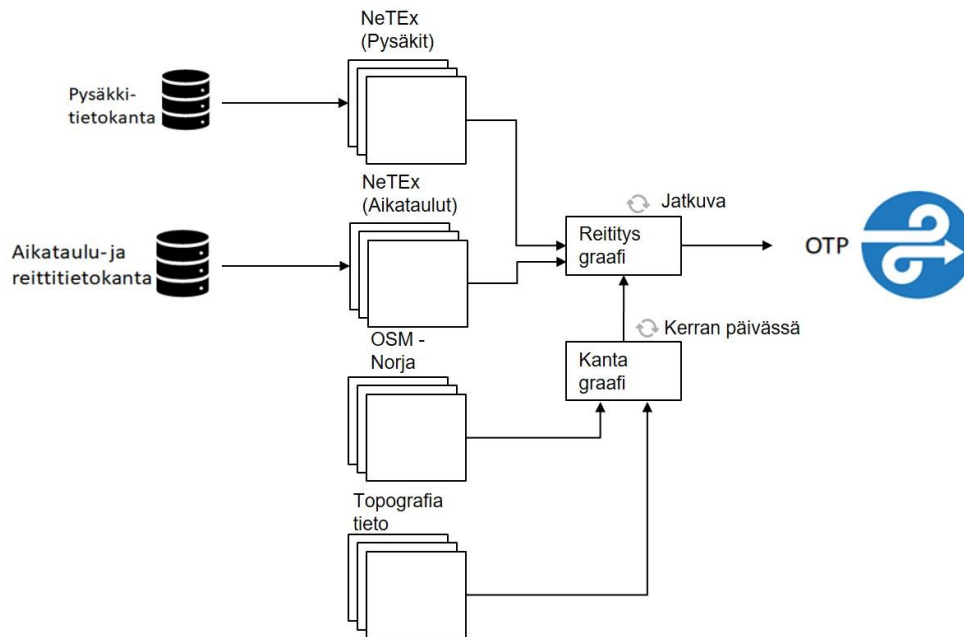
- Vastaanotetun XML-tiedoston tulee olla syntaksisesti oikein ja validoitu virallisen NeTEx XML -mallin uusimman version mukaan.
- PublicationDelivery-solmun on sisällettävä kaikki lähettämiseen tarvittavat kehykset.
- Lähettäjän tunnuksen on oltava kelvollinen.
- Kaikkien tietojoukossa mainittujen pysäkkien on oltava olemassa pysäkkitietokannassa.
- Viitattuja pysäkkejä ei voida merkitä, mikäli ne on poistettu käytöstä (ovat suljettuja).
- Viittausten ulkoiseen reittitietoon on oltava oikein (esimerkiksi siirryttäessä muille linjoille).
- Maantieteelliset viitteet on annettava oikeassa muodossa.

Kun vastaanotettu sisältö on validoitu, tiedot välitetään edelleen lisättäväksi tietokantaan. Validointivirheiden esiintyessä lähettäjä saa heti raportin, jossa kuvataan vastaanotetun tietojoukon virheet. Kun tietojoukon loogiset virheet on korjattu, se voidaan lähettää uudelleen tuontia varten. Kuvassa 31 on esitetty reitti- ja aikataulutietojen tietovirrat tallennuksesta reitityksessä hyödyntämiseen.

6.2.2 Pysäkkiaineiston käsittely (Norjan keskitetty malli)

Kansallinen pysäkkirekisteri (National Stop Registry, NSR) toimii Norjan Master-pysäkkitietokantana ja sen pääasiallinen tehtävä on tallettaa ja jakaa yksityiskohtaista pysäkkitietoa muiden palveluiden käyttöön. Master-tietokanta helpottaa erityisesti liikenneoperaattorien reittien suunnittelua ja ylläpitoa. Jokaisesta pysäkestä talletetaan perustietona sen yksikäsitteinen tunniste (ID), nimi, suhteet ja sijainti (tarkka koordinaattitieto) sekä joukko tarkentavia attribuutteja

pysäkkien ominaisuuksista (esteettömyys, lippuautomaatit, wc:t, säilytyslokerot yms.) ja tiedot siihen liittyvistä laitureista.



Kuva 31. Tietovirrat reittitiedoista reititykseen (Muokattu lähteestä: Tryti 2019a).

NSR on multimodaalinen pysäkkitietojärjestelmä, joka sisältää tiedot:

- Bussipysäkeistä,
- Juna-aseamista ja seisakkeista,
- Raitiovaunupysäkeistä, https://www.entur.org/wp-content/uploads/2019/04/OTPSummit-2019-OTP_in_Norway_and_EU_regulations-Andreas-Tryti.pdf
- Lentoasemista,
- Kansainvälisistä lauttaterminaaleista (ferry),
- Metropysäkeistä,
- Lauttاپysäkeistä,
- Köysirata-/”hammasjuna”-/funikulaari-pysäkeistä.

Sekä kaikkiin edellä mainittuihin liittyviä laituri, pysäköinti/park&ride ja polkupyöräpysäköinti-tietoja. Myös tariffeja (hinnastoa) koskevaa informaatiota voidaan liittää alueisiin/pysäkkeihin (tämä alueisiin liittyvän tiedon käsittely tapahtuu kuitenkin keskitetysti Enturin toimesta).

Tietojärjestelmästä on saatavissa joka yö päivittyvät ”aineiston irrotukset” (ns. ”dumpit”) NeTEx XML -muodossa ZIP-kompressoituina tiedostoina¹⁴. Toisaalta aineistoa voidaan käsitellä tarvittaessa myös API-rajapinnan kautta (päivitys, lataukset ja erilaiset kyselyt). Pysäkkiaineiston hetkellisen tilan (”snapshot”) voi ladata myös suoraan NeTEx-formaatissa (XML) rajapinnasta¹⁵.

NSR-järjestelmä ei ole tarkoitettu yksittäisten käyttäjien tietotarpeita varten vaan loppukäyttäjien pysäkkeihin liittyvät kyselyt tehdään joko Enturin tarjoamien Geocoder- tai Journey planner-palveluiden avulla tai niihin liittyvien sovellusohjelmointirajapintojen (API) kautta. NSR:ää voi

¹⁴ Katso esim.: https://storage.googleapis.com/marduk-production/tiamat/Current_latest.zip

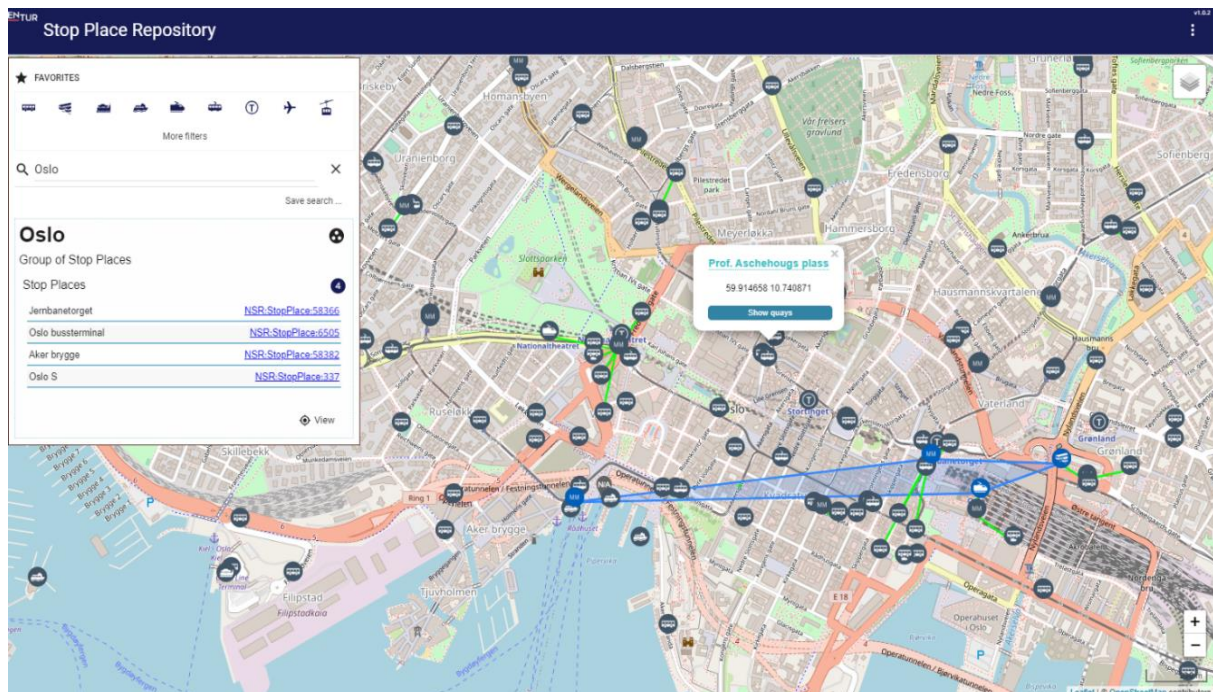
¹⁵ Katso: <https://api.dev.entur.io/stop-places/v1/netex>

kuitenkin tutustumista varten koekäyttää käyttäjätunnuksella: *guest* ja salasanalla: *guest*. Testitunnuksilla voidaan ainoastaan hakea ja tarkastella jo olemassa olevia pysäkkejä ja niihin liittyviä tietoja, eikä luoda uusia tai muuttaa jo olemassa olevia tietoja.

NSR:ään tietoa tuottavat ja ylläpitävät kunnat (fylkeskommune), ja Entur vastaa järjestelmänhallinnasta ja tarvittavasta tuesta (ml. ohjeistaminen). Kaikkien kantaan talletettujen pysäkkien tulee olla julkisen liikenteen käytössä (riippumatta pysäkkien fyysisestä kunnosta). Pysäkkejä ei järjestelmästä voi lainkaan poistaa, mutta ne voidaan merkitä ei-käytössä oleviksi ("egges ned"/deaktiveres").

Pysäkkitietojen ylläpitoa varten käytössä on em. web-perustainen sovellus¹⁶, jonka avulla kartta- (OSM, Kartverket Topografisk) tai satelliittikuva-aineiston (Kartverket flygfoto, Google) päällä voidaan hallinnoida pysäkkitietoa. Järjestelmään on käyttäjäkohtaiset käyttöoikeudet, joita ei saa jakaa muille (ei edes samassa organisaatiossa). Käyttöoikeuksien avulla jäljitetään muutosten tekijät lokiin ja järjestelmän käyttäjien oletetaan tietävän tekemiensä muutoksien seuraukset. Ongelmatapauksissa voi kääntyä Enturin tuen puoleen.

Järjestelmään voidaan tuoda eräajona (batch) jo NeTEx-muodossa olevaa pysäkkiaineistoa rajapinnan kautta, jolle voidaan tehdä validointi XML-skeemaa vasten. Validointi ei sinänsä ota kantaa aineiston semanttiseen sisältöön (esim. pysäkkien oikeaan maantieteelliseen sijaintiin tai attribuuttien oikeellisuuteen), mutta pystyy havaitsemaan syntaktisesti huonon tai epätäydellisen aineiston. Eräajossa voidaan myös automaattisesti muodostaa pysäkki ID:t sekä tehdä eräitä pysäkkeihin ja laitureihin liittyviä yhdistämistoimenpiteitä kannassa jo olevan aineiston ja sinne tuotavan aineiston välillä. ID-konfliktien välttämiseksi tuotavassa aineistossa oleva ID tallennetaan attribuuttina NSR:ään ja pysäkkien vastaavuus aineistoissa tarkistetaan niiden nimien ja koordinaattien avulla. Ladattavan aineiston ylärajan kokoa ei ole määriteltä, mutta käytännössä sitä kuitenkin rajoittaa taustajärjestelmän palvelimen käännoisaikaiset konfiguraatioparametrit. NeTEx-aineiston latauksen yhteydessä tarkistetaan luonnollisesti lataukseen liittyvät käyttöoikeudet.



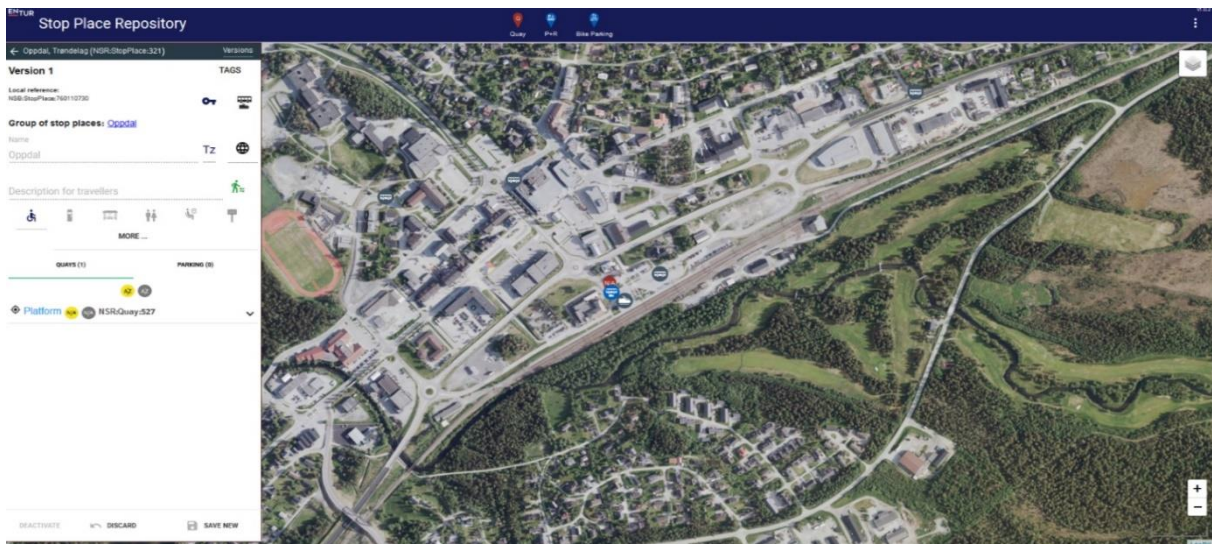
Kuva 32. NSR-järjestelmän tarjoaman pysäkkiaineiston yleisnäkymä OSM-karttapohjalla.

NSR:n web-käyttöliittymän kautta (Kuva 32) voidaan mm.:

- Hakea pysäkkejä ja niihin liittyviä tietoja alue-/osoitetiedon avulla.

¹⁶ Katso: <https://stoppested.entur.org>

- Listata pysäkkitietoja paikoittain/alueittain ja tuoda järjestelmästä ulos kyseisiä tietoja CSV-formaatissa (raportointi).
- Merkitä (tag) pysäkkejä, jotta niihin tehtäisiin tarvittavat muutokset myöhemmin.
- Lisätä uusia pysäkkejä järjestelmään. Järjestelmä huolehtii automaattisesti uuden yksikäsitteisen pysäkki ID:n tuottamisesta. Pysäkkiin on liitettävä laituritiedot. Lisäksi on täytettävä muutoslokin edellyttämät tiedot pysäkkien muutoshistorian ylläpitoa varten.
- Käsitellä tariffitietoja rajoitetussa määrin asemoimalla pysäkkejä. Itse tariffialueiden/-vyöhykkeiden ylläpidosta vastaa Entur ja alueita koskevat tiedot täytyy lähettää polygonina OSM XML tai NeTEx XML -muodossa Enturille.
- Luoda multimodaalisia pysäkkejä, joiden "lapsisolmuina" ovat yksittäisten kulkumuotojen pysäkit. Multimodaalisen pysäkin lapsisolmujen on oltava korkeintaan 300 metrin päässä toisistaan.
- Pysäkkien ja laiturien yhdistäminen, laiturien siirtäminen pysäkkien välillä yms.
- Muuttaa pysäkkeihin liittyvää keskeistä attribuuttitietoa (ID:t, pysäkin sulkeminen, nimeäminen, pysäkin varustelu, muutokset jne.) (Kuva 33).



Kuva 33. Yksittäisen pysäkin tietoruutu Kartverketin satelliittikuvapohjalla.

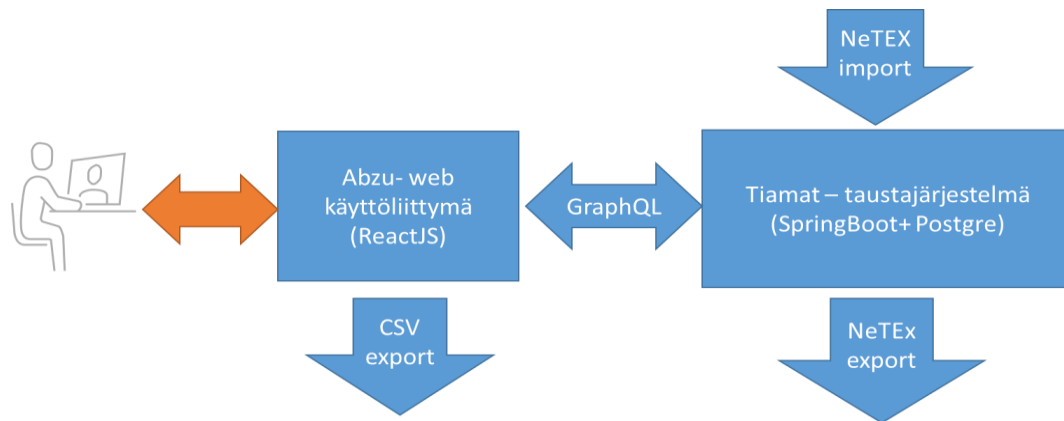
NSR:n pysäkkitietojärjestelmän selainpohjainen käyttöliittymä vaikuttaa helposti ymmärrettävältä, mutta sen sijaan koekäyttäjän tunnuksilla osoitehakujärjestelmän nopeudessa oli testikäytössä ajoittain toivomisen varaa. Tarkempi käytettävyyshanalyysi vaatisi varsinaisen käyttöoikeuden järjestelmään tai vastaavan järjestelmän pystyttämisen Suomessa syvällisempää analyysiä varten. (Huom.: Järjestelmän pystyttäminen Suomeen tarjolla olevan GitHub-koodin ja siihen liittyvien ohjeiden avulla ei kuitenkaan vaikuttanut olevan kovinkaan suoraviivaista etenkin kirjastoversioiden yhteensopimattomuuden vuoksi. Myös dokumentaatioissa on runsaasti toivomisen varaa.)

6.2.2.1 NSR-järjestelmän tekninen toteutus

NSR on Transmodel/IFOPT-pohjainen, eli pysäkkiaineiston tieto siirretään järjestelmän ulkopuolella NeTEx-muodossa. Teknisesti järjestelmä jakaantuu kahteen osaan (Kuva 34) Tiamatiin ja Abzuun:

- *Tiamat* on taustajärjestelmän tietokanta pysäkkiaineiston ylläpitoon. Tiamat hyödyntää useita eri työkaluja ja sovelluskehikoita (*Spring Boot*, *Hibernate*, *Postgres/Postgis*, *Jersey* and *Jackson* sekä *Keycloak*).

- *Abzu* on web-käyttöliittymä pysäkkiaineiston käsittelyyn (*Tiamat* front-end).



Kuva 34. Periaatteellinen kaaviokuva NSR-pysäkkietojärjestelmän arkkitehtuurista.

Kaikki järjestelmän kehittämisessä käytetyt työkalut ovat avoimeen lähdekoodiin perustuvia. *Tiamat*issa käytetty *Spring Boot* on avoimen lähdekoodin Java-pohjainen sovelluskehikko mikropalveluiden (micro services) luomiseen. *Hibernate* on järjestelmä, jolla Java-objektit kuvataan SQL-pohjaisiin järjestelmiin ja takaisin Java-objekteiksi. *Postgres* on avoimen lähdekoodin SQL-tietokanta ja *Postgis* sen päällä toimiva geospaatialisen tiedon käsittelyyn tarkoitettu laajennus. *SQL connection pooling* -järjestelmänä toimii *HikariCP*. *Jersey* on avoimen lähdekoodin järjestelmä *RESTful Web Services* -palveluiden kehittämiseen. *Jackson* on JSON-muotoisen aineiston käsittelyyn tarkoitettu työkalu. *Abzu*-käyttöliittymäkomponentti hyödyntää toiminnassaan *ReactJS*-JavaScript käyttöliittymäkehikkoa ja se käyttää toiminnassaan hyväksien *Tiamat*-taustajärjestelmän *GraphQL*-kyselyrajapintaa. Lisäksi järjestelmässä käytetään käyttöoikeuksien hallintaan avoimen lähdekoodin *Keycloak*-alustaa.

NSR-järjestelmän lähdekoodi on saatavilla *GitHub*ista¹⁷. Aineiston käytön lisenssiehdot kuvataan jäljempänä.

6.2.2.2 API-rajapintojen mahdollistamat toiminnot

Tiamat-järjestelmä mahdollistaa *NeTeX*-muotoisen aineiston tuomisen ja lataamisen järjestelmästä eräajoaineistona (batch) tai erilaiset aineistoon kohdistuvat kyselyt *GraphQL*-muodossa API-rajapintojen kautta. Järjestelmässä on myös sisäinen versionhallinta ja loki, eli jokaisesta tehdystä muutoksesta jää tietokantaan jälki. Tietojen historian vertailua varten järjestelmässä on sisäänrakennettu vertailutyökalu (diff).

NeTeX imports -toiminnot mahdollistavat:

- Erilaisia yhdistämis- ja käsittelytoimenpiteitä pysäkkietodolle ja niihin liittyville attribuuteille.
- Huonolaatuisen datan havainnoinnin ja käsittelyn, pysäkkietodon validoinnin XML-skeemaa vasten.
- Tarvittaessa pysäkki-ID:n automaattisen generoinnin ladattavalle aineistolle.

NeTeX exports -toiminnot tarjoavat:

- Tiedon irrottaminen Googlen tallennuspalveluun, mikäli kannasta irrotetaan tuhansia pysäkkejä.
- Tiedon irrottamisen suoraan sekä erilaisilla rajoiteparametreilla (alue tai hakuehto).
- Irrotetun tiedon validointi *NeTeX*-skeeman suhteen laadun varmistamiseksi.

¹⁷ Katso: <https://github.com/entur>

GraphQL API:in kautta on toteutettavissa sama toiminnallisuus kuin NSR:n web-käyttöliittymän kautta, joten sen avulla pysäkkiaineiston monipuolinen haku ja käsittely ovat mahdollisia. Esimerkkejä GraphQL:n mahdollistamista kyselyistä ovat:

- Kysely nimellä (Arne Garborgs katu)¹⁸.
- Kysely pysäkkitunnisteella (3115)¹⁹.
- Kysely pysäkkityypillä (juna-asemat)²⁰.
- Tulosjoukon rajoittaminen 1000 pysäkkiin²¹.

Pysäkkiaineiston siirto ja synkronointi Tiamat- ja Routes/Chouette-järjestelmien välillä tapahtuu Irkalla-ohjelmistolla, joka valvoo Tiamatin tietokannassa tapahtuvia muutoksia GraphQL-kyselyillä ja replikoi muutokset Chouetteen, jolla voidaan pysäkkitiedon perusteella tehdä uusia reittejä ja aikatauluja.

6.3 Norjan esimerkkimallin soveltaminen Suomessa

6.3.1 Norjan reitti- ja aikataulujärjestelmän soveltaminen Suomessa

Seuraavassa on esitetty vaiheistettu toimintamalli, jolla voidaan arvioida niitä toimenpiteitä ja vaadittavia työmääriä, millä Norjan mallin mukainen keskitetty kansallinen reitti- ja aikataulujärjestelmä (koontikanta) voitaisiin ottaa käyttöön Suomessa. Arvio perustuu oletukselle, että koontikanta otettaisiin käyttöön itsenäisenä ns. ”stand-alone” järjestelmänä ja sen vaatimat muut osakomponentit (pysäkkitietokanta) ja aineistot olisivat saatavilla.

Järjestelmään liittyvät toimenpidevaihteet ovat:

- 1) Tarvemäärittely ja soveltuvuuden arviointiin liittyvä selvitystyö.
- 2) Keskitetyn reitti- ja aikataulujärjestelmä kehitys (järjestelmätestauksineen).
- 3) Käyttöönotto ja tukitoiminnot.

6.3.1.1 Vaihe 1. Selvitystyö

Selvitystyön piiriin kuuluvat:

1. Tarveanalyysi keskitetystä reitti- ja aikataulutietokannasta eli koko maan joukkoliikenteen kattavasta koontikannasta. Selvitystyössä toteutetaan vaatimusmäärittely ekosysteemin eri toimijoiden näkökulmasta ja valittujen skenaarioiden pohjalta. Vaatimusmäärittely asettaa raamit koontikantakokonaisuuden kehittämisen ja ylläpitotyömäärien arvioimiseksi. Tehtävään kuuluu myös vaadittavien tietovarantojen kartoitus sekä valittujen ja olemassa olevien tiedonsiirtostandardien (GTFS, NeTEx) tilanne aineistossa.
2. Yhteensopivuuden varmistaminen Chouette-ohjelmistoympäristön vaatimien osakomponenttien ja tietoaaineistojen välillä. Tämä sisältää järjestelmään ja tietoaaineiston yhteensovittamiseen vaadittavat toimenpiteet pysäkki- ja tiestöaineistojen saatavuuden, niiden sisältämän aineiston yhteensopivuuden (pysäkkitunnisteet, ns. tiestön tarkat muodot, jne.) osalta.
3. Selvitetään, kuinka paljon Chouette-ohjelmistoympäristön avoimen lähdekoodin lokalisointi tulisi vaatimaan työtä ja miten se sovitetaan suomalaiseen käyttökontekstiin (kts. Vaihe 2). Asetetaan järjestelmän palvelun laadulle ja luotettavuudelle vaatimukset (SLAt) (koskien vaihetta 3).

¹⁸ Katso: <https://api.dev.entur.io/stop-places/v1/netex?q=Arne%20Garborgs%20vei>

¹⁹ Katso: <https://api.dev.entur.io/stop-places/v1/netex?q=3115>

²⁰ Katso: https://api.dev.entur.io/stop-places/v1/netex?stopPlaceType=RAIL_STATION

²¹ Katso: <https://api.dev.entur.io/stop-places/v1/netex?size=1000>

Edellä mainittujen selvitysten perusteella on mahdollista arvioida voidaanko Enturin kehittämää versiota Chouette-järjestelmästä käyttää alustana Suomen reitti- ja aikataulutietokannan toteuttamiseksi, ja kuinka paljon järjestelmän muokaus, siirtäminen, pystytys ja ylläpito tulisi vaatimaan resursseja. Valinnan järkevyys riippuu paljon siitä, missä määrin Suomen ja Norjan ratkaisujen tulevat kehitystarpeet olisivat yhteneviä. Jos järjestelmään tulisi tehdä isoja toiminnallisia muutoksia, jotta se vastaisi selvitystyön perusteella esiin nousseita tarpeita, voisi se tarkoittaa sitä että "Suomen-versio" (*fork*) eriytyisi "Norjan-versiosta", joka taas nostaisi kehitys- ja ylläpitokustannuksia merkittävästi. Chouette-pohjaisen järjestelmän käyttöönotto on myös sidottu Transmodel/NeTEx-standardiin, joten se edellyttää sitä, että Suomen julkisen liikenteen informaatiojärjestelmien osalta tulisi siirtyä (ainakin vaiheittaisesti) Transmodel/NeTEx-pohjaisiin järjestelmiin.

Selvitystyön vaatima arvioitu työmäärä 2 - 4 henkilötyökuukautta (htkk).

6.3.1.2 Vaihe 2. Keskitetyn reitti- ja aikataulutietojärjestelmän kehitys

Norjan mallin mukaisen Chouette-pohjaisen keskitetyn kansallisen reitti- ja aikataulujärjestelmän kehitys koostuu kahden pääkomponentin toteutuksesta:

1. Chouette (taustajärjestelmä).
2. Chouette2 (web-käyttöliittymä).

Chouette-ohjelmistokomponenttien lähdekoodit ovat avointa lähdekoodia ja saatavilla GitHubista ja CECILL-B-lisenssin²² alaisia. CECILL-B-lisenssi antaa käyttäjille oikeuden kopioida, muokata ja levittää lisensoitua ohjelmistoa vapaasti. GPL-lisenssin tavoin CECILL-B-lisenssi vaatii ohjelmistomuutosten levittämisen CECILL-B-lisenssin alla. CECILL-B-lisenssi ei myönnä patenttilisenssiä (kuten jotkut muut yleiset avoimen lähdekoodin lisenssit tekevät), vaan sisältää lisenssiantajan lupauksen olla panematta täytäntöön hallussaan olevia patenteja. Lisenssiantaja sitoutuu artikkelin 9.4 mukaisesti tarjoamaan "teknistä ja oikeudellista apua", jos ohjelmistoa koskevia kanteita nostetaan lisenssinsaajaa vastaan.

Takuu- ja vastuuvapauslausekkeet on kirjoitettu tavalla, joka poikkeaa muista yleisistä avoimen lähdekoodin lisensseistä Ranskan lainsäädännön noudattamiseksi. CeCILL ei estä lisenssiantajaa tarjoamasta takuita tai teknistä tukea ohjelmistolle, mutta vaatii, että tällaisista palveluista neuvotellaan erillisessä sopimuksessa. Lisenssi on yhteensopiva GPL:n kanssa nimenomaisen uusintalausekkeen avulla.

Chouette-ohjelmistokomponenttien lähdekoodit löytyvät GitHubista, mutta järjestelmän ohjelmistodokumentointi ei ole kovin hyvällä tasolla. Arkkitehtuuri ja muu yleinen dokumentointi ovat ranskankielisiä, eivätkä kovinkaan ajantasaisia (ainakaan avoimesti saatavilla oleva dokumentaatio). Ohjelmistokomponenttien käyttöönottoon opastava dokumentointi on vajavaista, vanhentunutta ja versiosidonnaista (avoimesti saatavilla olevat versiot). Saatavilla olevan dokumentoinnin laadun ja kattavuuden takia järjestelmän käyttöönotto vaatii myös siinä käytettyjen työkalujen ja ohjelmistokirjastojen hyvää tuntemusta, sekä yleisesti käytössä olevien ohjelmistokehitysalustojen ja työvälineiden (Postgres, PostGIS, Firefly, GitHub, Maven jne.) hyvää tuntemusta.

Afimp-versiot Chouette-komponenteista on pakattu valmiiksi Docker-konteiksi, joita pystyy varsin helposti ajamaan omalla palvelinalustalla. Konttien toimintaa pystyy myös jossain määrin ohjaamaan ympäristömuuttujien avulla. Enturin edelleen kehitteillä olevia versioita ei näyttäisi tällä hetkellä olevan saatavilla Docker-pohjaisina versioina GitHubista.

Käyttöliittymien kielenä ovat ranska, norja sekä englanti, jolloin tarvitaan koodin lokalisointia suomenkielisen käyttöliittymän toteuttamiseksi. Lokalisointiin liittyy myös käyttöohjeiden laatiminen norjankielisestä aineistosta suomeksi ja muut sitä koskevat mahdolliset muutokset (etenkin jos toiminnallisuutta halutaan muuttaa).

²² Katso: <http://www.cecill.info/>

Varsinaisen koontikannan ja sen vaatiman operoinnin hallintajärjestelmän toteutus edellyttää erillistä ohjelmistokehityshanketta määrittelyineen, arkkitehtuurisuunnitteluineen, implementointineen ja testauksineen.

Alustava arvio kokonaistyömäärästä järjestelmien toteutuksineen on **12-24 htkk** (riippuen muutosten määrästä). Työmäärä on arvioitu sen perusteella, että toteuttavalla taholla on lähtökohtaisesti tuntemus käytössä oleviin työkaluihin ja alustoihin sekä kokemusta tuotantokäyttöön tarkoitettujen ohjelmistojen toimittamisesta avoimen lähdekoodin ympäristössä niihin liittyvillä työkaluilla (esim. GitHub, Maven, Docker jne.). On huomioitava, että em. arvio on vain suuntaa antava ja tarkemmat arviot vaativat edellisessä kappaleessa määritellyn selvitystyön toteuttamisen.

6.3.1.3 Vaihe 3. Järjestelmän käyttöönotto

Chouette-pohjaisen reitti- ja aikataulutietokannan käyttöönotto edellyttää olemassa olevan aineiston siirtämistä uuteen järjestelmään. Tämä voidaan tehdä joko "batch" pohjaisesti siirtämällä kaikki olemassa oleva aineisto (NeTeX-muodossa) kerralla, tai vaihteittain käyttämällä web-käyttöliittymää. Siirretyn aineiston laadunvalvonta edellyttää jatkuvaa sisään tulevan, mahdollisesti useissa eri formaateissa olevan aineiston ja ulosvirtaavan NeTeX-muotoisen aineiston validointia, joka voidaan pyrkiä toteuttamaan ohjelmallisesti keskeisten attribuuttien osalta (myös semanttisella tasolla). Tämä edellyttää mahdollisesti erillisen validointi/testausohjelman kehittämistä, joka olennaisilta osin kuuluu edellisen vaiheen kehittämistoiminnan piiriin.

Iso osa käyttöönottoa on käyttäjäkoulutus, ja Entur onkin luonut kattavan ohjeistuksen²³ eri osakomponenttien käyttöön. Tämä ohjeistus sisältää yksityiskohtaisen opastuksen käyttäjärajapinnoille ja laatuvaatimuksille, mutta on valitettavasti vain norjankielisenä saatavilla, joten vastaavan dokumentin luonti/kääntäminen pitää toteuttaa suomen-/englanninkielisenä.

Periaatteessa järjestelmän käyttöön ei pitäisi tarvita juuri muuta perehdytystä kuin käyttöohjeen läpikäynti ja järjestelmän koekäytön/harjoittelun mahdollisuus. Tämä saattaa edellyttää jonkinlaisen rinnakkaisjärjestelmän ylläpitoa tuotantojärjestelmän rinnalla. Myös käyttötuki/-onlinepalvelutoiminnot on järjestettävä ennen palvelun julkistamista.

Viimeisenä tehtävänä on palvelun julkistaminen ja integrointi osaksi Suomalaista Transmodel/NeTeX-kokonaisarkkitehtuuria.

Arvioitu alustava työmäärä 3-7 htkk, joka ei sisällä koulutusta ja järjestelmän markkinointiin yms. liittyviä resurssitarpeita. Työmäärä on arvioitu sen perusteella, että toteuttavalla taholla on lähtökohtaisesti tuntemus käytössä oleviin joukkoliikennetiedonsiirtostandardeihin (NeTeX, GTFS, SIRI) sekä niiden muokkaamiseen ja hallinnointiin liittyviin työkaluihin. On huomioitava, että arvio on vain suuntaa antava ja tarkemmat arviot vaativat edellisessä kappaleessa määritellyn selvitystyön toteuttamisen.

6.3.2 Norjan pysäkkijärjestelmän soveltaminen Suomessa

Seuraavassa on esitetty vaiheistettu toimintamalli, jolla voidaan arvioida niitä toimenpiteitä ja vaadittavia työmääriä, jolla NSR-järjestelmä voitaisiin ottaa käyttöön Suomessa. Järjestelmään liittyvät toimenpidevaiheet ovat:

- 1) Tarvemäärittely ja soveltuvuuden arviointiin liittyvä selvitystyö.
- 2) Keskitetyn pysäkkietojärjestelmän kehitys (järjestelmätestauksineen).
- 3) Käyttöönotto ja tukitoiminnot.

²³ Katso: <https://enturas.atlassian.net/wiki/spaces/PUBLIC/overview>

6.3.2.1 Vaihe 1. Selvitystyö

Selvitystyön piiriin kuuluu

- 1) Tarveanalyysi keskitetystä pysäkkitietojärjestelmästä ja siitä saatavat hyödyt sekä siihen liittyvät kehittämis- ja ylläpitokustannusarvio. Tehtävänä on määritellä eri organisaatioiden vastuu ja oikeudet kokonaisjärjestelmässä. Tähän liittyviä kysymyksiä ovat mm. kuka ylläpitää järjestelmää ja tarjoaa siihen käyttötukea ja millä ehdoin aineistoa järjestelmään luovutetaan sekä kuka vastaa järjestelmän kehitys- ja ylläpitokustannuksista. Lisäksi olisi selvitettävä, millä organisaatiolla/yrityksellä on kyvykyys ottaa NSR:n lähdekoodi haltuun sekä lähteä sovittamaan ja ylläpitämään sitä (dokumentation taso edellyttää hyvää kooditason lukukykyä ja vahvaa osaamista järjestelmässä käytetyistä lukuisista sovelluskehikoista/työkaluista).
- 2) Suomessa nykyisin käytössä olevien pysäkkitietoaineistojen yhteensopivuuden varmistaminen NSR:n järjestelmään ja tietoaaineiston yhteensovittamiseen vaadittavat toimenpiteet. Tämän perusteella voidaan arvioida alustavasti, onko NSR:n tarjoama avoimeen lähdekoodiin perustuva tietojärjestelmä riittävä suomalaisiin tarpeisiin ja minkä osan multimodaalisesta pysäkkiaineistosta (esim. vain bussipysäkit vs. bussi-juna pysäkit tms.) se voisi Suomessa kattaa. Tarkemman analyysin osalta tarvitaan yksityiskohtainen vertailu tietoaaineistojen NSR:n keskitetyn pysäkkitietokannan (NeTeX/IFOPT) ja Suomessa nykyisin käytössä olevien tietojen yhteensopivuudesta perusaineiston (esim. pysäkki ID avaruudet, nimeämisperusteet yms.) ja pysäkkejä koskevien tarkentavien attribuuttien osalta.
- 3) Selvitetään, kuinka paljon NSR:n avoimen lähdekoodin lokalisointi tulisi vaatimaan työtä ja miten se sovitetaan suomalaiseen käyttökontekstiin (kts. Vaihe 2). Asetetaan järjestelmän palvelun laadulle ja luotettavuudelle vaatimukset (SLAt) (koskien vaihetta 3).

NSR-järjestelmän käyttöönoton mielekkyys riippuu pitkälti siitä, koetaanko NSR:n järjestelmän tarjoama toiminnallisuus riittäväksi kotimaisia tarpeita silmällä pitäen ja kuinka paljon NSR:n järjestelmään tulisi tehdä toiminnallisia muutoksia, jotta se vastaisi selvitystyön perusteella esiin nousseita tarpeita. NSR-järjestelmä on myös sidottu Transmodel/IFOPT/NeTeX-maailmaan ja järjestelmän käyttöönotto riippuu myös siitä, siirrytäänkö Suomessa julkisen liikenteen osalta ylipäättänsä Transmodel/NeTeX-pohjaisiin järjestelmiin (Enturin NSR/ Chouette/Router-työkalut) vai jatketaanko GTFS-linjalla ja täytetään EU-vaatimukset edelleen minimissään NeTeX-konversion avulla. Tähän liittyen voidaan todeta, että tällä hetkellä Suomen GTFS-aineiston NeTeX-konversioon rakennettu työkalu perustuu Chouetten koodiin²⁴.

Selvitystyön tuloksena tulisi syntyä näkemys NSR:n järjestelmän sovellettavuudesta Suomen tarpeisiin, siihen mahdollisesti vaadittavista muutoksista sekä järjestelmän piirissä olevien toimijoiden vastuista ja oikeuksista sekä niistä kustannuksista, joita järjestelmän käyttöönotto ja ylläpito vaativat. Kerätyn tiedon perusteella voidaan tehdä varsinainen kehityshankepäätös projektisuunnitelmiseen seuraavasta askeleesta (go/no-go).

Selvitystyön vaatima arvioitu työmäärä 4 - 5 htkk.

6.3.2.2 Vaihe 2. Keskitetyn pysäkkitietojärjestelmän kehitys

Mikäli NSR-järjestelmään perustuva keskitetty pysäkkitietojärjestelmä päätetään ottaa käyttöön Suomessa, siihen liittyvä järjestelmäkehitys koostuu kolmen pääkomponentin toteutuksesta:

- 1) NSR-tietojärjestelmän sovittamisesta suomalaiseen käyttökontekstiin.
- 2) ETL-järjestelmän toteuttamisesta.
- 3) Hallinta ja laadunvalvontajärjestelmän toteuttamisesta.

²⁴ Katso: <https://github.com/finnishtransportagency/mmtis-national-access-point/tree/master/docs/netex>

NSR-pysäkkitietojärjestelmän lähdekoodit (Tiamat, Abzu jne.) ovat avointa lähdekoodia ja NLOD-lisenssin alaisia (Norwegian Licence for Open Government Data). Avoin lähdekoodin hankkeet voivat käyttää kyseisiä lähdeaineistoja European Union Public Licence v. 1.2 (EUPL-1.2) lisenssiehdoin. NLOD-lisenssi antaa myös vapaasti käyttää koodia myös kaupallisiin tarkoituksiin seuraavilla rajoituksilla:

- Entur pitää mainita lähteenä merkinnällä: "Data made available by Entur + (logo)".
- Entur ei ota mitään vastuuta järjestelmässä tai API-rajapinnoissa olevista virheistä ja niiden seurauksista.

NSR-pysäkkitietojärjestelmän avoin lähdekoodi on saatavilla GitHubissa ja sen käyttöönotto käyttöliittymineen sellaisenaan – alustavien tarkastelujen perusteella – vaikuttaisi vaativan siinä käytettyjen työkalujen hyvää tuntemusta ja yleisesti käytössä olevien ohjelmistokehitysalustojen työvälineiden (GitHub, Maven jne.) tuntemusta. NSR-pysäkkitietokannan käyttöliittymien kielenä ovat norja ja englanti, jolloin tarvitaan koodin lokalisoitua suomenkielisen käyttöliittymän toteuttamiseksi. Lokalisointiin liittyy myös käyttöohjeiden laatiminen norjankielisestä aineistosta suomeksi ja muut sitä koskevat mahdolliset muutokset (etenkin jos toiminnallisuutta halutaan muuttaa).

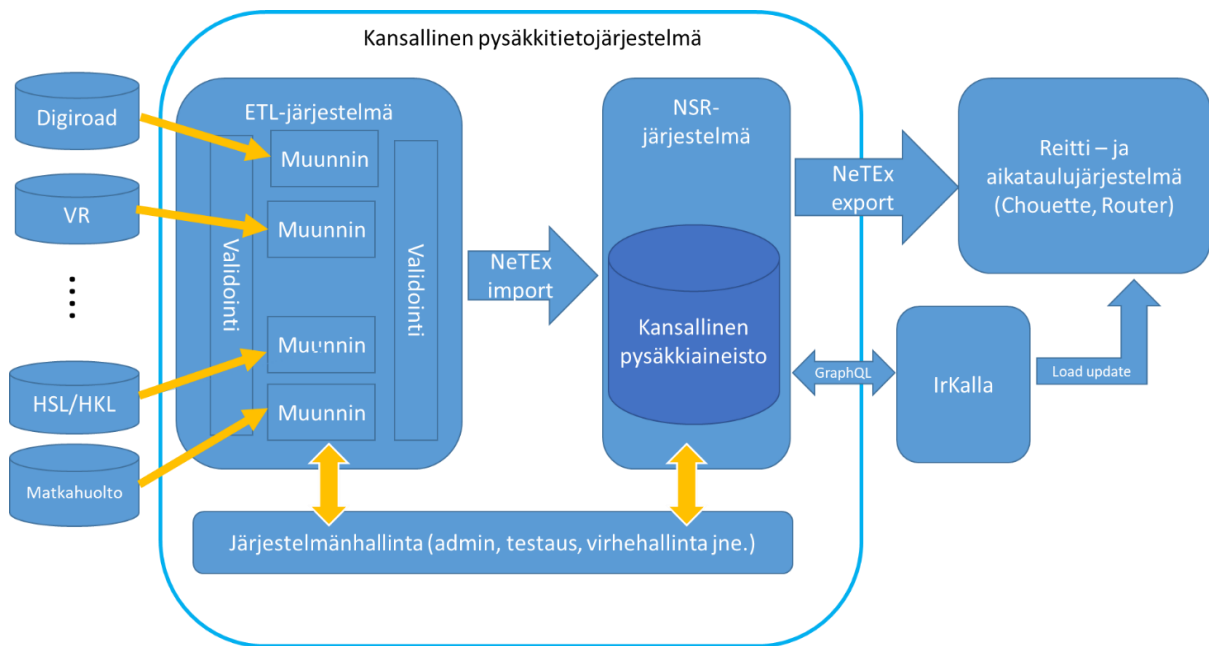
NSR käyttää hyväksi erilaisia karttapohja- ja satelliittikuva-aineistoja sekä niihin liittyviä palveluita (Kartverket, Google), jotka pitää sovittaa Suomessa käytössä oleviin vastaaviin järjestelmiin tai jättää mahdollisesti lisenssisyistä (esim. Googlen kartta-aineisto) pois. Myös taustalla oleva geocoding-järjestelmä on sovitettava suomalaisen osoitteistoon (vrt. Digitransit geocoding -palvelu). NSR-järjestelmän lähdekoodiin voidaan joutua myös tekemään tarvemäärittelyssä havaittuja muutoksia (esim. lisätoiminnallisuuksia tms.), joiden vaatimaa työmäärää on etukäteen ilman selvitysvaiheen tarvemäärittelyä/tarpeiden priorisointia vaikeaa arvioida.

Toisena osakokonaisuutena on ETL (Extract, Transform and Load) -järjestelmän kehittäminen. Keskitettyyn multimodaaliseen pysäkkijärjestelmään tulisi siirtää aineistoa Suomessa lukuisien organisaatioiden nykyisistä tietojärjestelmistä:

- Digiroadin pysäkkitietokannasta,
- VR:n asemat ja seisakkeet,
- Finavian lentokenttätiedot,
- Helsingin Kaupungin Liikennelaitoksen (HKL) sekä Tampereen Raitiotie Oy:n (TRO) (ja tulevaisuudessa Vantaan ja Turun) raitiovaunu- ja metropysäkkitiedot,
- Lautta- ja lossitiedot.

Koska on oletettavaa, että em. Suomessa käytettyjä järjestelmiä tullaan mahdollisesti ylläpitämään ja käyttämään edelleen uudesta pysäkkikannasta riippumatta, tulisi tieto pystyä synkronoimaan mahdollisimman automaattisesti nykyisistä järjestelmistä keskitettyyn pysäkkitietokantaan ja vain erityisen tarpeen vaatiessa tietoa syötettäisiin keskitettyyn järjestelmään manuaalisesti. Automaattinen synkronointi ja aineiston siirto edellyttäisi ETL-välitysjärjestelmää, joka määrävälein (esim. kerran vuorokaudessa) hakisi em. tietojärjestelmistä saatavilla olevan aineiston (dumpit) sekä konvertoisi ne ohjelmallisesti NSR:n pysäkkitietokannan edellyttämää muotoon ja lataisi ne keskitettyyn tietokantaan (Kuva 35). Jokaisen eri järjestelmän aineiston käsittelyyn tarvitaan oma muunnin, jolla aineisto konvertoidaan NSR:n ymmärtämään muotoon tietokantalatausta varten. Lisäksi muunnetun aineiston laatu tulisi myös tarkistaa (validoida).

Keskitetty pysäkkitietokanta tarvitsee myös sen hallintaan liittyvän tuen (ns. "admin-komponentin"), jolla voidaan havainnoida järjestelmän tapahtumat ja siinä esiintyneet virheet (loki), testata järjestelmän tuottaman aineiston laatua sekä vastaanottaa käyttäjäpalautetta yms. ja hälyttää ylläpidosta vastuussa olevat tahot ongelmatilanteissa (watchdog). Näiden toimintojen saatavuutta avoimen lähdekoodin perustuvina ratkaisuna Enturilta on vielä erikseen tarkasteltava selvitystyössä vaiheessa 1.



Kuva 35. Keskitetyn pysäkkijärjestelmän periaatteellinen arkkitehtuuri ja sen kytkeytymisen mm. reitti- ja aikataulusuunnittelujärjestelmään.

Varsinaisen ETL-välityskomponentin ja hallintajärjestelmän toteutus edellyttää erillistä ohjelmistokehityshanketta määrittelyineen, arkkitehtuurisuunnitteluineen, implementointineen ja testauksineen.

Alustava arvioitu kokonaistyömäärä järjestelmien toteutuksineen on **18-24 htkk** (riippuen muutosten määrästä). Työmäärä on arvioitu sen perusteella, että toteuttavalla taholla on lähtökohteisesti tuntemus käytössä oleviin työkaluihin ja alustoihin sekä kokemusta tuotantokäyttöön tarkoitettujen ohjelmistojen toimittamisesta avoimen lähdekoodin ympäristössä niihin liittyvillä työkaluilla (esim. GitHub, Maven, Docker).

6.3.2.3 Vaihe 3. Järjestelmän käyttöönotto

Aineistojen siirtäminen lähdejärjestelmistä kohdejärjestelmiin voidaan tehdä vaiheittain, jotta mahdollisesti havaitut virheet voidaan korjata sitä mukaa kuin niitä ilmenee. Siirretyn aineiston laadunvalvonta edellyttää jatkuvaa sisään tulevan, mahdollisesti useissa eri formaateissa oleva aineiston ja ulosvirtaavan NeTEx-muotoisen aineiston validointia, joka voidaan pyrkiä toteuttamaan ohjelmallisesti keskeisten attribuuttien osalta (myös semanttisella tasolla). Tämä edellyttää mahdollisesti erillisen validointi/testausohjelman kehittämistä, joka olennaisilta osin kuuluu edellisen vaiheen kehittämistoiminnan piiriin.

Käyttäjäkoulutuksen osalta NSR-järjestelmän käyttöön ei pitäisi tarvita juuri muuta perehdytystä kuin käyttöohjeen läpikäynti ja järjestelmän koekäytön/harjoittelun mahdollisuus. Tämä saattaa edellyttää jonkinlaisen rinnakkaisjärjestelmän ylläpitoa tuotantojärjestelmän rinnalla. Myös käyttötuki-/onlinepalvelutoiminnot on järjestettävä ennen palvelun julkistamista.

Viimeisenä tehtävänä on palvelun julkistaminen ja integrointi osaksi suomalaista Transmodel/NeTEx-kokonaisarkkitehtuuria.

Arvioitu alustava työmäärä 4-6 htkk, joka ei sisällä koulutusta ja järjestelmän markkinointiin yms. liittyviä resurssitarpeita.

6.4 Muut järjestelmäkomponentit

6.4.1 Reitityskone

Tässä selvityksessä lähtökohtana on reitti- ja aikataulutietojen osalta ollut avoimeen lähdekoodiin perustuvat reittiopasjärjestelmät ja niiden käyttöön liittyvät tietolähteet erityisesti sen suomalaisessa Digitransit-käyttökontekstissa. Tämän takia reitityskoneen toteutuksen pohjaksi valittiin OTP. OTP on avoimen lähdekoodin reititysmoottori, joka tarjoaa joukon matkansuunnitteluun liittyviä palveluja, kuten multimodaalinen osoitteesta-osoitteeseen reititys, sekä pyssäki- ja linjahaut. OTP on maailmanlaajuisesti eniten käytetty avoimen lähdekoodin reittiopasratkaisu ja myös Suomessa keskeinen alustaratkaisu reittioppaille. Lisäksi OTP on aktiivisen kehityksen alla Pohjoismaissa.

Toimiakseen OTP tarvitsee tiettyjä tietovarantoja, kuten staattinen reititysaineisto (joko GTFS- tai NeTEx-muodoissa), sekä OSM-pohjainen kartta- ja paikkatietoaineisto. OTP-palvelin komponentti on toteutettu Javalla ja se tarjoaa web-pohjaisia ohjelmistorajapintoja reititykseen²⁵.

OTP1-versio tukee vain GTFS-tiedonsiirtoformaatin käyttöä, mutta OTP2-versio mahdollistaa sekä GTFS- että NETEX-tiedonsiirtoformaattien käytön.

Toimiakseen OTP tarvitsee lähdeaineiston, jonka tuottamiseksi palvelualustalle pitää olla rakennettu vastaavat data-latausprosessit. OTP-reititys käyttää OSM-aineistoa tieverkon ja kävely-/pyöräilyreitityksen suhteen.

OTP1 versio sisältää seuraavat toiminnallisuudet:

- OSM-tietojen tuonti ja -reititys (kävely, pyörä, auto),
- Korkeustietojen tuominen kävelynopeuden säädöllä,
- Multimodaalinen reititys A*-algoritmia käyttämällä,
- Kustannustoiminto,
- Siirtymät reittien väleillä,
- Park&ride ja Park&kiss,
- Reaaliaikapäivitykset GTFS-RT-formaatissa (jotka vaikuttavat reititykseen),
- Joustavat liikennöintimuodot,
- Polkupyörän vuokraus,
- Liikenneverkon analyysi.

OTP1 version tukee seuraavia GTFS-Flex-pohjaisia joustavia liikennöintimuotoja:

- "flag stops", matkustaja voi pyytää ajoneuvoa pysähtymään varsinaisten pysäkkien välillä.
- "deviated-route service", jossa ajoneuvo voi poiketa reitistään alueen tai säteen sisällä noutaakseen tai jättääkseen matkustajan.
- "call-and-ride", joka on täysin reitistä poikkeava, pisteestä pisteeseen -segmentti.

OTP-instanssin muodostaminen, jossa rakennetaan reitittimen vaatima reittitietorakenne (graafi) koko Suomen datalla, vaatii n. 12 GB keskusmuistia ja tehokkaan moniytimisen suorittimen. OTP1-versiot kärsivät jonkin verran suorituskykyongelmista isoilla datajoukoilla. Esimerkiksi GTFS-aineistosta muodostetut yli 3GB graafin koot alkavat aiheuttaa viivästyksiä reitinmuodostuksessa (erityisesti pitkille reiteille). Tämä johtuu OTP1 tavasta käyttää ainoastaan yhden säikeen laskentaa reitityksessä. Kuorman kasvaessa on mahdollista ottaa käyttöön

²⁵ Katso: <http://www.opentripplanner.org/>

kuormantasausratkaisuja, joilla kyselyt saadaan hajautettua usealle palvelimelle. Esimerkiksi Digitransit palvelee Helsingin seudun väestöä runsaalla 20:llä reititysmoottori-instanssilla²⁶.

OTP1 perustuu A*-reititysalgoritmiin ja se mahdollistaa vain yhden kriteerin ”kustannusfunktion” ja tulokset eivät välttämättä ole paremmuus järjestyksessä. On myös mahdollista, että reititys ei löydä kaikkia mahdollisia reittivaihtoehtoja. OTP2 perustuu Raptor-reititysalgoritmiin. Raptorin toimintaperiaate poikkeaa A*-algoritmista, joten se pystyy käsittelemään tehokkaammin isompia graafeja. OTP2 mahdollistaa myös useampien kriteerien käytön reitin muodostuksessa. OTP2 kehityksen tavoitteena on parantaa reitityksen joustavuutta lisäämällä modulaarisuutta ja vähentämällä eri reititystyyppien välistä sidonnaisuutta.

OTP2 on kehitteillä oleva versio, joten sen operatiivinen käyttöönotto vaatii todennäköisesti jonkin verran enemmän kehitystyötä verrattuna OTP1 versioon.

6.4.2 Dynaamiset tiedot

Kuten koko Transmodel/NeTEx-standardin osaltakin, Norjassa on määritelty oma SIRI-profiili, jossa kuvataan, mitä osia ja miten standardia sovelletaan. Reaaliaikaseurantatietojen osalta Entur tarjoaa SIRI-standardin mukaisista palveluista:

- ET – Estimated Timetable, joka kuvaa reaaliaikaisen ennusteen jokaiselle matkalle mukaan lukien suunnitteluun, todellisen ja arvioiden lähtöajan, peruutukset tai muutokset pysäkkiaikatauluissa.
- VM – Vehicle Monitoring, joka antaa tiedot ajoneuvon sijainnista reaaliajassa (sekä sen avulla poikkeamat määritellystä aikataulusta tietyllä lähdöllä).
- SX – Situation Exchange antaa kuvaukset matkustajille poikkeamista liittyen lähtöön, linjaan, pysäkkeihin tai näiden yhdistelmiin. Poikkeamat voivat olla suunniteltuja (esim. huoltotyöt raideosuuksilla tai pysäkeillä) tai suunnittelemattomia (esim. onnettomuudet tai sääolosuhteista aiheutuvat muutokset).

Varsinainen ajoneuvokohtainen sijaintitiedon keruu ja niihin liittyvät siirtoratkaisut taustajärjestelmiin ja sieltä edelleen Enturin reaaliaikajärjestelmään riippuvat operaattoreista ja heillä olevasta tietoteknisestä infrastruktuurista. Kaikkia Norjan profiiliin mukaisia palveluita em. syystä ei ole saatavissa kuin osassa maata. Palvelutarjonta (ET, VM ja XT) on kuitenkin esim. Osloon alueelta kattava.

6.5 Yhteenveto

Edellisissä kappaleissa käytiin läpi Norjassa käytössä olevan ratkaisun teknisiä toteutusmalleja sekä arvioitiin niiden mahdollista soveltamista Suomessa. Arvio perustuu oletukseen siitä, että järjestelmä toteutetaan Transmodel/NeTEx-pohjaisesti ja ns. puhtaalta pöydältä, jolloin ei tarvitse rakentaa yhteensopivuutta nykyisten mallien kanssa.

Taulukko 7 esittää yhteenvedon Norjassa käytössä olevan NeTEx-pohjaisen kansallisen keskitetyn koontikantajärjestelmän käyttöönotosta Suomessa. On huomioitava, että taulukossa esitetty arvio ylläpidon vaatimista vuosittaisista työmääristä perustuu arvioon vastaavien olemassa olevien järjestelmien ylläpidosta ja on myös huomioitava, että tähän vaikuttaa jonkin verran järjestelmien tekniset ominaisuudet, sekä erityisesti ei-tekniset sopimusasiat, kuten palvelutasosopimukset (SLA).

On myös huomioitava se, että Norjassa käytössä oleva ratkaisu on teknisesti keskeneräinen ja jatkuvan kehityksen alla. Nykyinen systeemi ei tarjoa riittäviä ratkaisuja esimerkiksi tiedon validointiin eri vaiheissa (id-vastaavuus, standardinmukaisuus, jne.). Tähän ei myöskään ole olemassa täysin sopivia ja valmiita ohjelmistoja, vaan ne osat pitää kehittää erikseen tapaus-

²⁶ Katso: <https://digitransit.fi/palvelu/>

kohtaisesti vaatimusten perusteella. Myös tiedon laadun parantamiseen pitää panostaa, erityisesti ajoreittien ja ennusteiden tarkkuuden osalta. Yleinen arkkitehtuuri- ja ohjelmistodokumentaatio, sekä suomenkielinen käyttöopastus tulee myös tehdä.

Taulukko 7. Yhteenveto Norjan ratkaisun käyttöönotosta Suomen koontikantapalveluiden pohjaksi.

Moduuli	Lisenssi	Tyyppi	Selvitys* (htkk)	Kehitys* (htkk)	Käyttöönotto *(htkk)	Ylläpito / vuosi** (htkk)
<i>Pysäkkitietojärjestelmä</i> (Tiamat, Abzu)	NLOD / EUPL1.2	Avoin lähde- koodi	4-5	18-24	4-6	12-16
<i>Reitti- ja aikataulutietokanta</i> (Chouette, Chouette2)	CECILL / B	Avoin lähde- koodi	2-4	12-24	3-7	12-16
<i>OTP (2)</i>	GNU Lesser General Public Li- cense	Avoin lähde- koodi	-	-	-	12-16

*) Huom.: Henkilötyömäärissä käytetyt resurssiarviot ovat vain suuntaa antavia ja vahvasti riippuvaisia organisaatioiden kyvykkyyksistä ja valitusta organisoitumistavasta.

**) Resurssiarvio vaaditun ylläpidon määrästä on vahvasti riippuvainen sovitusta palvelutason määrittelystä (SLA).

7 Ehdotuksia kehittämistoimenpiteiksi

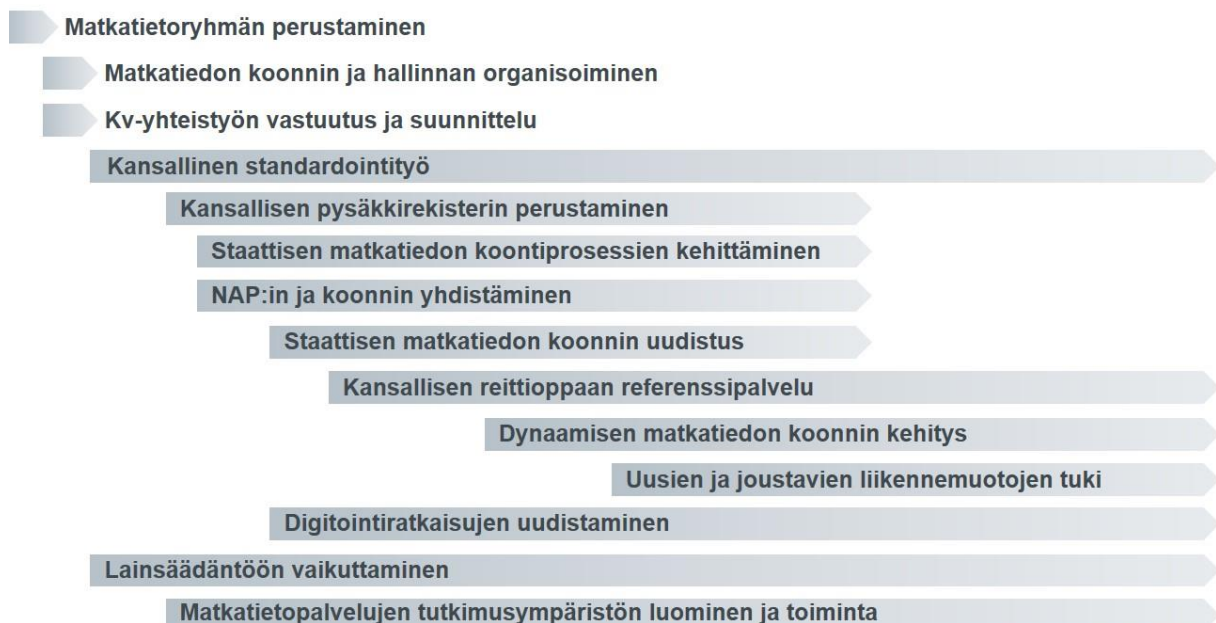
7.1 Toimenpiteet

Multimodaalisten, matkatietoon perustuvien palveluiden mahdollistamisen tavoitetila on pitkäjänteinen prosessi, joka koostuu useista toisiinsa tiukasti liittyvistä osatehtävistä. Se vaatii myös aihepiiriin keskeisesti liittyvien toimijoiden tiivistä yhteistyötä sekä ymmärrystä siitä, että yhdessä synnyttävän kokonaisuuden merkitys on kaikille osapuolille pitkällä aikavälillä eduksi. Yksittäinen toimija voi miettiä: ”Miksi meidän toimijana kannattaisi osallistua kansallisen matkatiedon koonnin suunnitteluun ja toteuttamiseen, kun tehtävämme on tuottaa palveluita omalle kohderyhmälle tai -alueelle.” Välttämättä vastaukseksi ei riitä, että tällä työllä on yhteiskunnallista merkitystä tai sillä luodaan paremmat mahdollisuudet matkatietopalveluiden kehittäjille, MaaS-operaattoreille jne. tehdä liiketoimintaa. Toimijat hakevat hyötyjä omien tavoitteidensa ja liiketoimintansa kannalta.

Yksi tärkeimpiä hyötyjä kaikille matkatiedon parissa työskenteleville tahoille on liikkumispalveluiden osuuden absoluuttinen ja suhteellinen kasvaminen suhteessa yksityisautoiluun. Tämä tapahtuu palveluiden paremman löydettävyyden, yhdisteltävyyden, kattavuuden ja käytettävyyden kautta, kun matkatieto valjastetaan liikkumispalveluita tukeviksi digitaalisiksi palveluiksi. Jaettavan markkinan koko siis kasvaa ja ainakin potentiaalisesti jakamista riittää enemmän jokaiselle.

Toinen tärkeä hyöty tulee yhdessä toimimisesta. Yhteisenä ekosysteeminä palveluiden kehittämisessä voidaan saavuttaa synergiaetuja, kun jokainen taho ei joudu kehittämään omaa toimintaansa yksin silloksaan. Yhdessä toimiessa todennäköisemmin saadaan luotua myös yhteisiä toimintatapoja, standardiratkaisuja ja avoimia rajapintoja. Uudet palvelut ja palveluyhdistelmät tulevat helpommin mahdollisiksi yhteistoiminnan tuloksena. Yhdessä toimimiseen tarvitaan toki pelisäännöt, luottamusverkoston synty ja reilut liiketoimintamallit.

Alla ehdotetaan joukkoa toimenpiteitä, joilla voitaisiin saada synnytettyä matkatiedon ekosysteemi, joka mahdollistaa matkatiedon kansallisen keräämisen, koonnin ja jakamisen multimodaalisten matkatietopalveluiden pohjaksi (ks. yhteenveto Kuvasta 36).



Kuva 36. Ehdotus toimenpiteistä matkatietopalvelujen mahdollistamisen ja matkatiedon koonnin kehittämiseksi.

- **Kansallisen matkatietotyöryhmän perustaminen**
 - Työryhmän rungon muodostavat keskeiset staattisen ja dynaamisen matkatiedon (reitti-, aikataulu- ja pysäkkieto sekä reaaliaik tiedot) tuottamisen, hallinnan ja hyödyntämisen toimijat (TMFG, LMJ/Waltti, HSL, Matkahuolto, VR, Finavia, Väylävirasto, Taksiliitto, Traficom).
 - Työryhmää täydennetään muilla matkaketjun toimijoilla esimerkiksi MaaS-palvelun tarjoajien, jaettujen liikkumispalveluiden, mikroliikkumispalveluiden, liikenteen solmukohtien vastuutahojen sekä erilaisten ratkaisujen tuottajien osalta.
 - Työryhmän tehtävänä on määritellä, johtaa ja koordinoida kansallisen matkatiedon hallintaan liittyviä kehitystehtäviä valitun vetäjäorganisaation ollessa vastuullinen johtaja ja valvoja.
 - Kehitystehtävien määrittelyssä ja priorisoinnissa alla lueteltuja toimia jalkauttaessa, matkatietoryhmä huomioi eri toimijoiden olemassa olevat järjestelmät sekä meneillään olevat ja suunnitellut hankkeet matkatietoon liittyvien toimien osalta.
- **Kansallisen matkatiedon koonnin ja hallinnan organisoiminen**
 - Matkatietotyöryhmän yhtenä tehtävänä on valita tai perustaa matkatietokoostaja vastaamaan kansallisen matkatiedonhallinnan toteuttamisesta, kehityksestä ja operoinnista.
 - Matkatietokoostaja on teknisesti kyvykäs ja puolueeton toimija, joka pystyy toteuttamaan yhteistyökumppaniensa kanssa sen mahdollistavan digitaalisen matkatietoinfrastruktuurin, jonka varaan matkatietoon perustuvia luotettavia ja kattavia palveluita voidaan kenen tahansa toimesta rakentaa.
 - Matkatietokoostaja organisoituu keskeisten matkatietotoimijoiden kanssa siten, että se on niiden kanssa jatkuvassa vuorovaikutuksessa operoinnin ja kehitystarpeiden täyttämiseksi. Tämä voi tapahtua esimerkiksi ohjausryhmätyöskentelyn avulla.
 - Matkatietokoostajan toimintaan ja kehitystyöhön vaikuttaminen tulee tehdä läpinäkyväksi selkein periaattein ja avoimella toimintatavalla. Esimerkiksi ohjausryhmään tai muuhun vastaavaan ydinryhmään pääsymahdollisuudet, ohjausryhmätyöskentely, vastaanotetut kehitysehdotukset sekä suunniteltu ja meneillään oleva kehitystyö ovat syytä olla avoimesti seurattavissa.
 - Matkatietokoostaja valitsee itselleen tahon, joka tarjoaa skaalautuvan ja luotettavan palvelun (pilvipalvelut, tietoliikenneyhteydet jne.), jolla koontipalvelut tuotetaan.
 - Matkatietokoostaja valitsee yhteistyökumppanit tekniseen kehitys- ja toteutustyöhön.
 - Kehitys- ja toteutustyössä on syytä varmistua siitä, että olemassa oleva kokemus koontipalveluiden järjestämisestä tulee parhaalla mahdollisella tavalla hyödynnettyä.
 - Luodaan sopimus kulujen jakamisesta ylläpidon, kehityksen, infrastruktuurikulujen (esim. käytetyt pilvipalvelut) sekä muiden koontiin liittyvien toimintojen osalta matkatietotyöryhmän jäsenten kesken sekä määrittämään mahdollisesti muilta tahoilta perittävät maksut tarjotuista palveluista.
 - Toteutuksen olisi hyvä perustua avoimeen dokumentoituun (standardi)rajapinnoin toteutettuun arkkitehtuuriin, johon on mahdollisuus tuoda omia ratkaisuja kaikkien käyttöön koontikantapalveluiden tueksi.

- Perustetaan asiantuntijatyöryhmä matkatietotyöryhmän valitsemista tahoista / henkilöistä pysäkki- ja matkatietostandardiratkaisujen kehittämistä varten perustuen eurooppalaiseen matkatietostandardointiin (Transmodel, IFOPT, NeTEx, SIRI).
- Asiantuntijatyöryhmä selvittää erityisesti eurooppalaisen matkatietostandardoinnin nykytilan ja sen meneillään olevan jatkokehityksen sekä pohjoismaisen em. standardien puitteissa tehdyn työn.
- Asiantuntijatyöryhmä osallistuu aktiivisesti standardien kehittämiseen ja niihin liittyvien työryhmien toimintaan.
- Standardityöryhmä tekee päätökset valittavista standardiratkaisuista ja niiden toteuttamiseksi vaadittavista toimista ja teknologiavalinnoista.
- Työryhmän selvityksen tuloksena syntyy myös referenssitietomallit pysäkki- ja koontikantaa varten.
- Standardoinnin ja tietomallin lisäksi luodaan selkeä ohjeistus matkatietojen tuottamiseksi sisältäen vaatimukset metatiedoista (ks. esim. Lubrich ym. 2019), pakollisista ja vapaaehtoisista matkatiedoista, matkatietojen nimennästä, muotoilusta jne.
- Valitaan dynaamisen ja reaaliaikatiedon standardit sekä niiden hyödyntämistapa ja määritetään ohjeistus niiden käytöstä.
- Määritetään reaaliaikatiedolle vaadittavat metatiedot hyödyntäen ja tarvittaessa täydentäen staattiselle tiedolle määritettyä metatietokuvausta.
- Työryhmä määrittelee myös siirtymäajan puitteissa tuettavat aikaisemmat tiedonvälitykseen liittyvät matkatietoformaattit ja niihin liittyvät ratkaisut.
- Työryhmä tekee läheistä yhteistyötä muiden pohjoismaiden kanssa sekä keskeisten eurooppalaisten standardivaikuttajien kanssa synergiaetujen ja yhteen-toimivuuden saavuttamiseksi.
- Edellä mainituissa toimissa huomioidaan toimijoiden olemassa ja käytössä olevien järjestelmien ominaisuudet sekä meneillään oleva ja käynnistyvä kehitystyö.
- **Kansallisen matkatiedon yhteyspisteen (NAP) ja matkatiedon koonnin yhteistoiminnan kehittäminen**
 - Matkatietotyöryhmä yhdessä kansallista yhteyspistettä hallinnoivan tahon kanssa selvittää matkatiedon koontipalveluiden ja kansallisen yhteyspisteen yhteistoiminnan tai yhdistämisen mahdollistamia ratkaisuja ja niiden tuomia etuja.
 - Ryhmä luo suunnitelman, jossa kansallisen yhteyspisteen ja koontipalveluiden kehittäminen tuodaan yhteen.
- **Kansallisen multimodaalisten liikennepalveluiden pysäkkirekisterin perustaminen**
 - Selvitys kaikkien liikennepalveluiden liityntäpisteiden olemassa olevista tietovarannoista.
 - Pysäkkirekisterin ylläpitäjän ja muiden vastuiden jakaminen sekä tarvittavien sopimusten tekeminen koonnin mahdollistamiseksi eri osapuolilta (IPR-asiat, lisenssit, mahdolliset korvaukset, palvelutasot).
 - Lakivaatimusten sekä laadukkaiden matkatietosovellusten tarpeiden konkretisoiminen tarvittaviksi pysäkkitiedon attribuuteiksi (pysäkkitietomalli).
 - Vaatimusten tarkastelu eri osapuolten liityntäpistetietovarantojen osalta ja tarvittavien muutosten ja toimenpiteiden tunnistaminen.

- Norjan IFOPT-pohjaisen ja NeTEx-yhteensopivan pysäkkirekisterin arviointi Suomen tarpeiden suhteen (hyödyntäen Ruotsin kokemuksia tästä pysäkkirekisteriratkaisusta).
- Yhteentoimivuuden koordinointi muiden pohjoismaiden pysäkkirekisterien kanssa.
- Kansallisen keskitetyn pysäkkitiedon koonnin sekä pysäkkitiedon hallinnan suunnittelu kaikkien liikennemuotojen liityntäpisteiden osalta.
- Pysäkkirekisterin ja sen muihin järjestelmiin (esim. Digiroadiin) rakennettavien liittymien toteutus.
- Pysäkkitiedon tuottamisen ohjeistus.
- **Staattisen matkatiedon koontiprosessien kehittäminen**
 - Portaittain – helpoista varannoista kohti vaikeampia:
 - Nykyiset jo saatavissa olevat toimivaltaisten viranomaisten reitti- ja aikataulutiedot,
 - VR:n ja Finavian tiedot,
 - Matkahuollon tiedot,
 - Muut toimivaltaiset viranomaiset,
 - Peruskunnat,
 - Muut liikennepalveluiden tarjoajat.
 - Viranomaistoimijoiden tuottamat aineistot ja niiden tuonti koontikantaan tulee yhtenäistää valitun standardin ja kansallisen reitti- ja aikataulutietomallin ja ohjeistuksen mukaiseksi.
 - Markkinaehtoisille toimijoille tulee luoda selkeät matkatietojen latauspalvelut sekä tietojen validointi. Tässä varsinkin pienten toimijoiden osalta digitointityökalujen ja/tai -palveluiden kehittäminen koontikantaa palvelevalla tavalla on keskiössä.
 - Koontiprosessiin tulee sisällyttää omien matkatietojen oikeellisuuden varmentaminen koontikantaan vietyjen tietojen avulla, esimerkiksi hyödyntäen toteutettavaa kansallista reittioppaan referenssitoteutusta (ks. myöhemmin).
- **Kansallisen lainsäädännön ja viranomaismääräysten tarkennukset**
 - Tarkastellaan matkatietoon liittyvien lakien puutteita ja ristiriitoja suhteessa tavoitetaan laadukkaan, kattavan ja ajantasaisen matkatiedon tuottamisessa ja keräämisessä palveluiden hyödynnettäväksi.
 - Tarvittaessa pyritään vaikuttamaan tuleviin kansallisten lakien tarkennuksiin (esim. liikennepalvelulain osalta) havaittujen puutteiden osalta (esim. vastineilla lakiesityksiin).
 - Luodaan selkeät ohjeistukset olemassa olevan lainsäädännön osalta lakien tulokinnasta käytännössä samalla täydentäen ja tarkentaen lain vaatimuksia kaiken sen matkatiedon saamiseksi mitä tarvitaan matkatietopalveluiden luomiseksi.
- **Kansallisen staattisen matkatiedon koontikantapalveluiden uudistamisen toteuttaminen**
 - Koontikanta ja sen palvelut toteutetaan omana kokonaisuutenaan, siten että sinne voidaan tuoda ja sieltä voidaan viedä standardin (NeTEx, GTFS, tarpeen mukaan Kalkati) mukaisia aineistoja, jotka ovat kansallisen reitti- ja aikataulomallin mukaisia.

- Rakennetaan tarvittavat sovittimet suurille massatuonneille (batch) ulkoisista tietovarannoista.
- Vientipalveluita varten rakennetaan sekä NeTEx- että GTFS-vienti palveluiden tarjoajien käyttöön.
- Koontipalveluiden osaksi rakennetaan validointipalvelu, jolla varmistetaan vietävän tiedon oikeellisuus.
- Em. vientipalveluiden lisäksi rakennetaan kyselyrajapinta, jonka kautta saadaan rajattua aineistoa palveluiden tarjoajien tarpeiden mukaan.
- **Matkatietojen julkisten digitointiratkaisujen uudistaminen**
 - Kartoitetaan pienten matkatiedon tuottajien tarpeet matkatietojen digitoinnille ja digitointiin liittyvät haasteet.
 - Edellä mainitussa kartoituksessa selvitetään myös, onko tarkoituksenmukaista tarjota jatkossakin julkinen digitointityökalu vai onko pienten toimijoiden osalta kustannustehokkaampaa ja digitointiastetta sekä digitoinnin laatua enemmän edistävää hyödyntää 3. osapuolen tarjoamaa kohtuuhintaista digitointipalvelua, joka mahdollistaa itse digitoinnin tai puolestadigitoinnin.
 - Tarpeiden mukaan määritetään vaatimukset ja ominaisuudet tarjottavalle matkatiedon digitointityökalulle tai -palvelulle.
 - Jos päätetään tarjota julkinen digitointityökalu, modernisoidaan välineet, joilla pienet toimijat pystyvät itse tuottamaan reitti- ja aikataulutietoja tuottamalla uudistettu RAE-työkalu.
 - Jos päätetään korvata julkinen digitointityökalu 3. osapuolen palvelulla, luodaan kansallinen matkatiedon digitointi palvelumalli, joka takaa tarvittavien digitointipalveluiden tarjonnan digitointitarpeiden tyydyttämiseksi kohtuuhinnoin.
 - Varmistetaan, että tarjolla olevat digitointiratkaisut tuottavat suoraan koontikantakelpoista aineistoa.
 - Luodaan ohjeistusta ja pidetään koulutusta reitti- ja aikataulutiedon digitoinnille luotuihin ratkaisuihin liittyen.
- **Dynaamisen ja reaaliaikatiedon koonnin kehitys**
 - Luodaan ratkaisut reaaliaika-aineistojen liittämiseen niihin liittyviin koontikannan matkatietoaineistoihin (ts. pysäkki-, reitti- ja aikataulutietoihin).
 - Kartoitetaan nykyiset reaaliaikatiedon lähteet ja tarvittavat toimet niiden yhteensovittamiseksi koontikannan staattisen aineiston kanssa.
 - Luodaan koontirajapinta (mahdollisesti osaksi kansallista yhteyspistettä), josta voi hakea reaaliaikatiedon tietolähteitä metatietokenttien avulla.
 - Kehitetään uusille toimijoille keveitä ratkaisuja ja malleja standardoidun reaaliaikatiedon tuottamiseen yhteistyössä markkinaehtoisten toimijoiden kanssa.
- **Uusien liikennemuotojen ja joustavien liikennepalveluiden tuominen koontikantaan**
 - Luodaan kuva nykytilanteesta ja lähitulevaisuudesta tarjolla olevista ja tarjolle tulevista merkittävimmistä uusista liikennepalveluista (esim. mikrobiikkuminen).
 - Selvitetään, kuinka joustavat ja kysyntäohjauksiset liikennepalvelut, jotka täydentävät perinteistä joukkoliikennettä, voidaan liittää matkaketjujen osaksi matkatietopalveluissa.
 - Selvitetään matkatietotarpeet, standardit ja tekniset ratkaisut em. liikennepalveluiden liittämiseksi osaksi matkatietopalveluissa hyödynnettävää matkatietoa.

- **Kansallisen reittioppaan referenssitoteutus**
 - Koontikantapalveluiden tarkoitus ei ole luoda matkatietopalvelua, joka tekee muut palvelut tarpeettomiksi, mutta sellaisen rakentaminen esim. Digitransit-pohjalta voi olla perusteltua, esimerkiksi, jotta:
 - Matkatiedon tuottajat voisivat varmistua siitä, että heidän tuottamansa tieto toimii ja näkyy niin kuin he olivat tarkoittaneet,
 - Kuka tahansa voi verrata eri palveluiden tuottamia reititystuloksia referenssikäyttöliittymän tuloksiin ja tarkistaa, että lain vaatimat tasapuolisuusvaatimukset toteutuvat, ja
 - Sellaiset alueet, joille kaupalliset palvelut eivät välttämättä tuota tyydyttäviä ratkaisuja saisivat ainakin perustason matkatietopalvelut.
- **Kansainvälisen digitaalisen matkatietoyhteistyön konkretisointi**
 - Matkatietotyöryhmä valitsee keskuudestaan edustajan Suomen kontaktipinaksi kansainväliseen yhteistyöhön.
- **Tulevaisuuden matkatietopalveluiden tutkimusympäristön luominen**
 - Operationaalisen koontipalveluympäristön rinnalle rakennetaan tutkimussektorin toimesta matkatietopalveluiden tutkimusympäristö, jossa voidaan edistää matkatietoon liittyvien ratkaisujen ja palveluiden kehittymistä vapaammin ja pidemmällä tähtäimellä.
 - Tutkimusympäristö antaa mahdollisuuden yrityksille yhteiskehittää uusia palveluita tai olemassa oleville palveluilleen ominaisuuksia, jota operatiivisella järjestelmällä ei vielä voida kokeilla ja testata.
 - Tutkimusympäristö antaa myös mahdollisuuden varautua ennalta esimerkiksi standardoinnissa suunniteltuihin muutoksiin ja lisäyksiin.
 - Tutkimusympäristö mahdollistaa myös matkatietopalveluiden kehittämisen osana laajempia kokonaisuuksia (esimerkiksi matkailun ja matkatietopalveluiden yhdistämisen kautta syntyvät yksilömatkailijan palvelut tai liikennetiedon ja matkatiedon yhdistämisen avulla syntyvät uudet älykkäämmät palvelut).
 - Tutkimusympäristön toiminta tuottaa tietoa ja tulevaisuuden ratkaisuja operatiivisen koontipalveluympäristön kehittämiseen. Samalla se auttaa Suomen pysymistä eturintamassa matkatietoon liittyvien palveluiden kehityksessä sekä tuemalla kotimaisten toimijoiden kilpailukykyä matkatietoon liittyvien ratkaisujen osalta myös kansainvälisillä markkinoilla.

7.2 Toimien vaatimat resurssit ja jalkauttaminen

Edellä, Luvussa 7.1, esitetty listaus ehdotetuista toimenpiteistä ei ole kaiken kattava, mutta se pyrkii nostamaan esiin niiden tehtävien kirjon, minkä kansallisen matkatiedon tuottamisen, koonnin ja hyödyntämisen hyväksi tulisi tehdä, jotta päästäisiin tavoitelaan (ks. Luku 5). Kustannukset ja resurssien tarve riippuu pitkälti siitä, kuinka perusteellisesti tarvittavia toimia tehdään. On kuitenkin huomattava, että perusta matkatietoinfrastruktuurille on syytä rakentaa huolellisesti, jotta tavoiteltavat hyödyt saavutetaan sekä lähitulevaisuudessa että pidemmällä aikavälillä ilman, että valitulla kehityspolulla keskeisiä ratkaisuja ja linjanvetoja joudutaan kalliisti moneen kertaan uusimaan.

7.2.1 Esimerkkinä Norjassa tehty työ

Norjassa tehdyn työn vaatimat resurssit ovat suuntaa antavia myös Suomessa tehtävästä työstä. Jos Norjassa tuotetut avoimen koodin ratkaisut otetaan pohjaksi Suomessa toteutettavalle ratkaisulle, niin valmiin työn hyödyntämisestä luonnollisesti syntyy säästöjä Norjassa tarvittuihin resursseihin nähden. Norjassa loppusuoralla oleva kehitystyö eli kansallisen matkatiedon digitaalisen infrastruktuurin suunnittelu ja rakentaminen, on vaatinut tähän mennessä karkeasti arvioiden (Tryti 2020):

- 4 vuotta kalenteriaikaa.
- N. 10 henkilön tiimin työn (1 tuoteomistaja, 1 tiimin vetäjä, 1 ohjelmistoarkkitehti, 1 tiedonhallinta-asiantuntija, 6-7 ohjelmistokehittäjää).

Alkuperäisestä suunnitelmasta em. työllä on saatu toteutettua kaikki matkatietojärjestelmän n. 60 komponenttia (ks. Enturin järjestelmän kuvaus Luvusta 6.2 ja järjestelmäarkkitehtuuri Liitteestä 6) lukuun ottamatta OTP2-pohjaisen reittioppaan lopullista tuotantoon vietävää versiota. Em. työ on sisältänyt myös standardointityön, jossa rakennettiin mm. NeTEx-standardista Norjan profiili.

Pilvipalveluiden käyttökulut Norjan nykyjärjestelmälle, joka kattaa palveluiden tarjoamisen suurimmalle osalle Norjaa Googlen pilvipalvelua hyödyntäen, ovat vajaat 400 000 euroa (4 milj. NOK) vuodessa.

7.2.2 Esimerkkinä Digitransitin vuosittaiset kulut

Digitransitin kustannukset (HSL 2020) antavat kuvaa niistä kustannuksista, mitä reittioppaan operointi ja kehitys kansallisella tasolla vaatii. Näihin kustannuksiin ei lasketa matkatietojen digitointia eikä tietojen koontia (sekä siihen liittyviä toimia). Sen sijaan Digitransit tarjoaa avoimen kyselyrajapinnan reittioppaan pohjana oleviin tietoihin sekä reititysrajapinnan, joka on vapaasti muiden käytettävissä.

Digitransitin kustannukset syntyvät:

- Ylläpitopalveluista, jotka ovat henkilötyötä erilaisiin tehtäviin liittyen (esim. virheiden korjaamiset, manuaaliset datalataukset, tietolähteiden liittämiset ja poistamiset, teknisten ominaisuuksien ylläpito ja pienkehitys).
- Erillisprojekteista, joissa toteutetaan suurempia Digitransit-kehityskokonaisuuksia.
- Muista kuluista, joihin sisältyvät esimerkiksi käyttöliittymäsuunnittelu sekä palvelin- ja infrakulut.

Edellä mainittuihin kulukategorioihin tarvitsee lisätä vielä esimerkiksi aineistokuluja ja OSM-aineistoon tehtävät päivitykset ja muutokset.

Kokonaisvuosikustannukset Digitransitin ylläpidossa ovat n. 1,2 milj. euroa / vuosi, jotka jakautuivat esim. vuonna 2019 Digitransit-toimijoiden (HSL, LMJ ja Traficom) kesken siten, että HSL maksoi puolet koko summasta LMJ:n ja Traficomien jakaessa jäljelle jäävän osan jokuinkin tasan keskenään.

Kuluista voidaan erikseen mainita, että vuonna 2019 palvelimien ja muun infrastruktuurin kulut olivat lähes 0,3 milj. euroa vuodessa, mutta kyseisten palveluiden hankkiminen eri hankintamallilla pudottaa kuluja yli 0,1 miljoonalla eurolla.

7.2.3 Koontikantapalveluiden uudistamisen resurssitarve Suomessa

Tavoitetilan (ks. Luku 5) saavuttaminen vaatii toimia lukuisilta toimijoilta. Toimet ovat paljolti muuta kuin pelkkää teknologiakehitystä (ks. Luku 7.1) ja tämä työ voidaan organisoida monella tavalla. Esimerkiksi pienemmällä joukolla päätösten teko onnistuu varmaan vähemmän

resurssein, mutta toisaalta päätökset voivat osoittautua ongelmallisiksi, jos tarpeeksi laajaa joukkoa ei ole kuultu.

Teknisessä kehittämisessä järjestelmät ja niiden ylläpito voidaan esimerkiksi ostaa suoraan joltakin teknologiatoimittajalta tai vaihtoehtoisesti ottaa kehityksen ohjaus haltuun itse avoimen koodin pohjalta (kuten Suomessa on isolta osin tehty). Molemmissa vaihtoehdoissa on positiiviset ja negatiiviset puolensa. Teknologiaratkaisua tulee miettiä hankintakuluja laajemmin koko elinkaaren, ylläpidon ja tulevaisuuden tarpeiden ja kehityksen näkökulmasta.

Suureen osaan toimista, joita on lueteltu Luvussa 7.1, on siis monia toteutustapoja ja tarvittavat resurssit riippuvat siitä, miten ja millä joukolla toimia tehdään sekä siitä miten kustannuksia lasketaan. Pelkin kustannuksin toimintatapojen perustelu ei välttämättä tuota tarvittavaa laatua ja kestävyyttä ratkaisuisissa.

Teknisen työn yhteenvedossa Luvussa 6.5 on annettu arvioita resurssitarpeesta muutamien teknisten töiden läpiviemisestä Enturin avoimen koodin ratkaisujen pohjalta. Työmäärät voivat kuitenkin olla arvioitua isompia, koska avoimen lähdekoodin ratkaisut ovat monimutkaisia eivätkä ole välttämättä erityisen hyvin dokumentoituja. Esimerkiksi Ruotsissa rakennetaan tätä kirjoittaessa testiversiota pysäkkirekisteristä Enturin työn pohjalta ja saatujen tietojen mukaan Enturilta on jouduttu antamaan varsin paljon tukea tässä työssä. Katso myös Liite 7, jossa on Enturin ehdotus heidän kehittämistään avoimen lähdekoodin komponenteista, joita voisi hyödyntää myös Suomessa.

Luvuissa 7.2.1 ja 7.2.2 on annettu esimerkkejä tiettyjen toimien kustannuksista digitaalisen matkatietoinfrastruktuurin kehittämisestä Norjan mallin mukaisesti sekä Digitransitin ylläpidosta ja kehityksestä. Tämän lisäksi voimakkaasti omia matkatietopalveluitaan ja lippujärjestelmiään modernisoiva Matkahuolto on panostanut tämän selvityksen aikana tekniseen kehitykseen työtä yhteensä 40-50 henkilön tiimiltä, kun lasketaan mukaan alihankinnat.

Näiden avulla voidaan saada suuntaa sille, mihin Suomessakin tulisi varautua, kun lähdetään uudistamaan matkatietojen koontia ja niihin liittyviä palveluita. Jos tarvittavia toimia tehdään liiketoiminnallisista lähtökohdista, on selvää, että työn kustannuksia täytyy pystyä jakamaan työstä seuraavien tulosten hyödyntäjien kesken esimerkiksi käyttö-/lisenssimaksuin.

7.2.4 Toimien jalkauttaminen

Luvussa 7.1 mainitut toimet tulee sovittaa lähtötilanteen reunaehtoihin. Realistisesti ottaen ei ole nähtävissä, että matkatietoinfrastruktuurin kehitystä voitaisiin lähteä toteuttamaan ”puhtaalta pöydältä” ottamatta huomioon esimerkiksi sitä, kuinka eri organisaatiot nykyään toteuttavat paikkatietojen luomisen ja millaisia kehityshankkeita asian tiimoilta on parasta aikaa meneillään. Toimet tulee sopeuttaa olemassa olevien toimijoiden toimintaan, ei rikkomaan sitä. Näin ollen matkatietoryhmän on alkuun muodostettava käsitys siitä, miten eri keskeiset toimijat tällä hetkellä toimivat, millaisia järjestelmiä on käytössä, millaisia kehityshankkeita on meneillään tai suunnitteilla, ja tältä pohjalta lähdettävä suunnittelemaan toimien jalkauttamista käytännössä. Tämän muodostetun käsityksen perusteella pitäisi pyrkiä luomaan strategia siitä, kuinka tavoitetaan yhdessä pyritään. Kun tämä strategia on muodostettu, se voi alkaa ohjata toimijoiden jatkosuunnitelmia ja kehittämisen suuntaamista yhteisesti hyväksyttyyn suuntaan.

Lähteet

- Altman, S. (2011). Overview of GTFS-Realtime and Comparison to TSIP-RTDP. Consensus-Systems Technologies. http://ngtsip.pbworks.com/w/file/fetch/49123986/GTFS-RT-RTDP-Overview_v1.pdf.
- Arneodo, F. (2015). Public Transport Network Timetable Exchange (NeTEx): Introduction – CEN TC278/WG3/SG9 NeTEx PT001. http://netex-cen.eu/wp-content/uploads/2015/12/01.NeTEx-Introduction-WhitePaper_1.03.pdf.
- Bourée, K., De Vries, B., Duquesne, C., Dodson, C., Jugelt, S., Martirano, G., Minghini, M. & Pignatelli, F. (2019). INSPIRE-MMTIS: overlap in standards related to the Delegated Regulation (EU) 2017/1926. Final report with recommendations to Member States and to the EC. JRC Technical Report. Joint Research Centre (JRC). https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118744/inspire-mmtis_final_report_pubsy.pdf.
- Brandt, E., kantele, S. & Rätty, P. (2019). Liikkumistottumukset Helsingin seudulla 2018. HSL:n julkaisu 9/2019. HSL Helsingin seudun liikenne. https://www.hsl.fi/sites/default/files/hsl_julkaisu_9_2019_netti.pdf.
- Bäckström, J., Kanerva, O., Lähesmaa, J. & Telaranta, J. (2012). Joukkoliikenteen tietojärjestelmät - Esiselvitys. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 32/2012. Liikennevirasto, liikennesuunnitteluosasto. Helsinki. https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lts_2012-32_joukkoliikenteen_tietojarjestelmat_web.pdf.
- CEN (2012). Intelligent transport systems - Public transport - Identification of Fixed Objects in Public Transport (IFOPT). EN 28701:2012. European Committee for Standardisation.
- CEN (2014a). Public transport - Network and Timetable Exchange (NeTEx) - Part 1: Public transport network topology exchange format, Technical specification CEN/TS 16614-1. European Committee for Standardisation.
- CEN (2014b). Public transport - Network and Timetable Exchange (NeTEx) - Part 2: Public transport scheduled timetables exchange format. Technical specification CEN/TS 16614-2. European Committee for Standardisation.
- CEN (2016). Public transport - Network and Timetable Exchange (NeTEx) - Part 3: Public transport fares exchange format. Technical specification CEN/TS 16614-3. European Committee for Standardisation.
- CEN (2017). Intelligent transport systems. Public transport. Open API for distributed journey planning. Technical specification CEN/TS 17118:2017. European Committee for Standardisation.
- Digiroad-laki (2003). Laki tie- ja katuverkon tietojärjestelmästä (28.11.2003/991). <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030991>.
- Digiroad-asetus (2003). Valtioneuvoston asetus tie- ja katuverkon tietojärjestelmään tallennettavista ominaisuuksista. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030997>.
- Entur (2018). Års- og bærekraftsrapport 2018. <https://cdn.sanity.io/files/n8p3h7hj/production/b005f3a37303b66d38317a495938c9543aad8dd5.pdf?dl=>.
- Entur (2019). Års- og bærekraftsrapport 2019. <https://cdn.sanity.io/files/n8p3h7hj/production/143f1a226ee030cdd36b703dcd2ceff7ace4b70a.pdf?dl=>.

- Entur (2020). Håndbok N801 (SIRI/NeTeX). <https://enturas.atlassian.net/wiki/spaces/PUB-LIC/overview>. Viitattu 15.9.2020.
- Euroopan komissio (2001). Valkoinen kirja – Eurooppalainen liikennepolitiikka vuoteen 2010: valintojen aika. Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimisto. https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/strategies/doc/2001_white_paper/lb_texte_complet_fi.pdf.
- Euroopan komissio (2006). Komission tiedonanto neuvostolle ja Euroopan parlamentille - Kestävää liikkuvuutta Eurooppaan Euroopan komission vuoden 2001 liikennepolitiikan valkoisen kirjan väliarviointi. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52006DC0314&from=FI>)
- Euroopan komissio (2011). Valkoinen kirja – Yhtenäistä Euroopan liikennealuetta koskeva etenemissuunnitelma – Kohti kilpailukykyistä ja resurssitehokasta liikennejärjestelmää. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0144>.
- Euroopan komissio (2020). Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle – Euroopan datastrategia. Bryssel 19.2.2020 COM(2020) 66 final. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2020/FI/COM-2020-66-F1-FI-MAIN-PART-1.PDF>.
- Euroopan parlamentti ja neuvosto (2013). EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON ASETUS (EU) N:o 168/2013, annettu 15 päivänä tammikuuta 2013, kaksi- ja kolmi- pyöräisten ajoneuvojen ja nelipyöräisten hyväksynnästä ja markkinavalvonnasta (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0168>.
- European Commission (2019). ITS Directive: EU-Wide Multimodal Travel Information Service EU 2017/1926, Implementation handbook, December 2019. DG MOVE B4: Sustainable and Intelligent Transport. <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2020-02-implementation-handbook-delegated-reg20171926.pdf>.
- Hallitusohjelma (2015). Ratkaisujen Suomi - Pääministeri Juha Sipilän hallituksen strateginen ohjelma 29.5.2015. Hallituksen julkaisusarja, 10/2015. https://valtioneuvosto.fi/documents/10184/1427398/Ratkaisujen+Suomi_FI_YHDISTETTY_netti.pdf.
- HE 161/2016 vp. (2016). Hallituksen esitys liikennekaareksi ja eräiksi siihen liittyviksi laeiksi. https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Documents/HE_161+2016.pdf.
- Holmberg, P.-E., Boyer, R. & Sarasini, S. (2019). The Nordic Mobility Innovation Platform: A roadmap for seamless, multimodal, sustainable transportation within and among the Nordic countries. Technical report. https://www.researchgate.net/publication/332291629_The_Nordic_Mobility_Innovation_Platform_A_roadmap_for_seamless_multimodal_sustainable_transportation_within_and_among_the_Nordic_countries.
- Hopkin, J., Wedlock, M., Ball, S., Knowles, N., Booth, J. H., Fell, M. & Stevens, A. (2016). Study on ITS Directive, Priority Action A: The Provision of EU-wide Multimodal Travel Information Services, D5 Final Report. European Commission Directorate-General Mobility and Transport Under Framework Contract MOVE/C3/SER/2014-471. <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2016-05-its-directive-multimodal-services.pdf>.
- HSL (2016). Kutsuplus - loppuraportti. https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/8_2016_kutsuplus_loppuraportti_fi.pdf

- INSPIRE-direktiivi (2007). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2007/2/EY, annettu 14 päivänä maaliskuuta 2007, Euroopan yhteisön paikkatietoinfrastruktuurin (INSPIRE) perustamisesta. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX:32007L0002>.
- International Transport Forum (2020). Safe Micromobility – Corporate Partnership Report. OECD/ITF. https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/safe-micromobility_1.pdf.
- ITS-direktiivi (2010). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/40/EU, annettu 7 päivänä heinäkuuta 2010, tieliikenteen älykkäiden liikennejärjestelmien käyttöönoton sekä tieliikenteen ja muiden liikennemuotojen rajapintojen puitteista (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0040>.
- Joukkoliikennelaki (2009). Joukkoliikennelaki 869/2009.
- Json.org (2020). JSON. www.json.org.
- Järnbanedirektoratet (2019). Nasjonale rutedata – Rammer og informasjonselementer. Normativ Håndbok N801. <https://www.jernbanedirektoratet.no/globalassets/documenter/handboker/handbok-n801-v2.pdf>.
- Knowles, N. (2008). SIRI Handbook & Functional Service Diagrams. Version 0.13, draft. Ki-zoom Limited. <http://www.siri.org.uk/schema/1.3/doc/Handbook/Handbookv15.pdf>
- Laine, T. (2019). Selvitys ITS-direktiivin kansallisesta toimeenpanosta. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 5/2019.
- Laita, M. (2020). Digitransitin kustannusrakenne. HSL:n sisäinen selvitys.
- Laki liikenteen palveluista (2017). Laki liikenteen palveluista (24.5.2017/320), <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170320>.
- Leskinen A., Jokinen O. & Rintamäki J. (2016). Joukkoliikenteen matkustajainformaation koontipalvelu – Esiselvitys. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 37/2016. Helsinki. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2016-37_joukkoliikenteen_matkustajainformaa-tion_web.pdf.
- Linkama, E., Holm, O., Laaksonen, T., Vanhala, S., Jaakkola, T. & Metsäranta, H. (toim.) (2016). Liikennepalvelut Saaristomerellä ja Suomenlahdella - Tilannekuva 2016. Raportteja 99 | 2016. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/125876/Raportteja%2099%202016_2.pdf?sequence=10&isAllowed=y.
- Liikenne- ja viestintäministeriö (2017). Valtioneuvoston asetus liikkumispalveluita koskevista olennaisista tiedoista. Muistio 31.8.2017. <https://valtioneuvosto.fi/delegate/file/32258>.
- Liikennevirasto (2017). Pysäkkitiedon hallinta Suomessa - Pysäkkitietojen ylläpito ja vastuut. Liikenneviraston ohjeita 29/2017. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-29_pysakkitiedon_hallinta_web.pdf.
- Liikennevirasto (2018). Henkilöliikenteen palveluiden sanasto. Liikenneviraston oppaita 1/2018. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/opas_2018-01_henkiloliikenteen_palveluiden_web.pdf.

- Lubrich, P., Ansorge, J., Böhm, M., Hendriks, L., Hoffmann, T., Jaderberg, J., Kochs, A., Lüpkes, C., Rittershaus, L., Schwillinsky, S., Witsch, B. & Vlemmings, T. (2019). EU EIP SA46 Coordinated Metadata Catalogue - Monitoring and Harmonisation of Points in Europe, v 2.0, November 15, 2019. EU EIP European ITS Platform. https://www.its-platform.eu/sites/default/files/EU%20EIP_Coord.%20Metadata%20Catalogue_v2.0_191115.pdf?_ga=2.9168501.1327189157.1586242795-609109579.1574685678.
- MMTIS-asetus (2017). Komission delegoitu asetus (EU) 2017/1926, annettu 31 päivänä toukokuuta 2017, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/40/EU täydentämisestä EU:n laajuisten multimodaalisten matkatietopalvelujen tarjoamisen osalta (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32017R1926>.
- NAP Liikkumispalvelukatalogi (2020). <https://finap.fi/#/>
- Nordic Market Data AB (2020). Samtrafiken i Sverige - Detailed Information. <http://www.largestcompanies.com/company/Samtrafiken-i-Sverige-AB-135025/closing-figures-and-key-ratios>
- ODIN (2019). Open Mobility Data in the Nordics - A Nordic Approach to Smart Mobility, Version: 1.0, Date: 2019-02-06. <https://nordicopenmobilitydata.eu/wp-content/uploads/2019/03/ODIN-Position-Paper.pdf>.
- Olennaisten tietojen asetus (2017). Valtioneuvoston asetus liikkumispalveluita koskevista olennaisista tiedoista (643/2017). <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2017/20170643>.
- Oulun joukkoliikenne (2019). Oulun seudun joukkoliikenne – Strategia 2030. <http://www.oulunkaari.org/ii/kokous/20192661-3-2.PDF>.
- Peltonen, T. (2016). Digiroad- ja OpenStreetMap-aineistojen yhteiskäyttö joukkoliikennepysäkeissä. Opinnäytetyö 3/2016. Liikennevirasto. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/opin_2016-03_digiroad_openstreetmap_web.pdf.
- Samtrafiken (2020a). AVTAL DELÄGARE OCH PARTNERS. <https://samtrafiken.se/samtrafiken/bli-partner/avtal/>
- Samtrafiken (2020b). STYRELSE. <https://samtrafiken.se/samtrafiken/styrelse/>
- Samtrafiken (2020c). BLI EN DEL AV OSS. <https://samtrafiken.se/samtrafiken/bli-en-del-av-oss/>
- Samtrafiken (2020d). VÅRT UPPDRAG. <https://samtrafiken.se/samtrafiken/vart-uppdrag/>
- Samtrafiken (2020e). SAMTRAFIKENS RIKSDATABAS. <https://samtrafiken.se/samtrafikens-riksdatabas/>
- Samtrafiken (2020f). GTI LEVERANS – AVTAL. <https://samtrafiken.se/tjanster/gti-gemen-samt-trafikantsystem/gti-avtal/>
- TransitWiki.org (2020). General Transit Feed Specification. Viitattu 15.9.2020.
- Transmodel (2020). Chouette. <http://www.transmodel-cen.eu/implementations/tools/chouette>. Viitattu 15.9.2020.

- Tryti, A. (2019a). OpenTripPlanner in Norway. OTP Summit Oslo 2019. https://www.entrur.org/wp-content/uploads/2019/04/OTPSummit-2019-OTP_in_Norway_and_EU_regulations-Andreas-Tryti.pdf.
- Tryti, A. (2019b). Andreas Trytin sähköpostitse toimittama yhteenveto 21.10.2019.
- Tryti, A. (2020). Andreas Trytin sähköpostitse antamat tiedot 4.6.2020.
- Väylävirasto (2020). Digiroad – Tietolajien kuvaus 1/2020. Huhtikuu 2020. https://vayla.fi/documents/20473/588403/Tietolajien+kuvaus_1_2020.pdf/21595101-a6f5-4319-a7c3-386996054f0a.
- Weiste, H. & Metsäranta, H. (2019). Kohti monipuolisempia liikenteen järjestämistapoja ja liikkumisen palveluita - opas tieliikenteen toimivaltaisille viranomaisille. Traficomin julkaisu 10/2019. https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Traficom%20julkaisu%2010_2019-TVV%20opas.pdf.

Liite 1: Olennaisten tietojen asetus vs. MMTIS-asetus

Seuraavassa taulukossa listataan kohta kohdalta Valtioneuvoston olennaisten tietojen asetusta MMTIS-asetukseen pyrkien löytämään Suomen ne lainsäädännön kohdat, jotka puuttuvat EU-lainsäädännöstä tai ovat siellä oleellisesti eri tavalla kirjattuja.

	Laki liikenteen palveluista & Valtioneuvoston asetus liikkumispalveluita koskevista olennaisista tiedoista (643/2017)²⁷	Direktiivin 2010/40/EU täydentämisestä EU:n laajuisten multimodaalisten matkatietopalvelujen tarjoamisen osalta²⁸	Huom.
		Yleiset säännökset	
Kohde ja soveltamisala	<ul style="list-style-type: none"> • Liikkumispalveluita koskevat olennaiset tiedot • Palveluntarjoajat, joilla toimipaikka Suomessa tai muuten Suomen oikeuden käytön piirissä • Kuljetuspalvelun tarjoajat, jonka liikennöimän palvelun alku- tai loppupää on Suomessa tai palvelu kulkee Suomen kautta. <p>(24.5.2017/320 Laki liikenteen palveluista)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Multimodaaliset matkatietopalvelut • Euroopan Unionin koko liikenneverkko • Kaikki liikennemuodot (sis. Säännöllinen liikenne, kysyntäohjauksinen liikenne sekä henkilökohtainen liikenne) 	
Saatavuus	<ul style="list-style-type: none"> • Rajapinnasta • Ei vaatimusta kansallisesta kokoavasta hakupalvelusta tietojen hakemiseksi 	<ul style="list-style-type: none"> • Milloin tahansa • Kansallisen yhteyspisteen kautta (NAP) • Haku metatietojen avulla 	
Tiedon muoto	<ul style="list-style-type: none"> • Koneluettavassa muodossa • Helposti muokattavassa vakiotietomuodossa 	<ul style="list-style-type: none"> • Koneellisesti luettavassa muodossa • NeTeX CEN/TS 16614 ja sen myöhemmät versiot 	

²⁷ Numeroinnit soluissa olevista olennaisista tiedoista viittaavat lakitekstin numerointiin.

²⁸ Numeroinnit ja kirjaimet soluissa olevista vaatimuksissa viittaavat lakitekstin numerointiin. Suluissa vaatimuksen perässä oleva numerointi viittaa lakitekstissä mainittuun toteutettavaan palvelutasoon.

		<ul style="list-style-type: none"> • Mikä tahansa koneellisesti luettava muoto, joka on täysin yhteensopiva ja yhteentoimiva mainittujen standardien ja teknisten spesifikaatioiden kanssa 	
Metatiedot	<ul style="list-style-type: none"> • - 	<ul style="list-style-type: none"> • Data publisher, Data owner, Contact point <p><i>EU EIP SA46 Coordinated Metadata Catalogue:</i> https://www.its-platform.eu/sites/default/files/EU%20EIP_Coord.%20Metadata%20Catalogue_v2.0_191115.pdf?_ga=2.9168501.1327189157.1586242795-609109579.1574685678.</p>	
Henkilöiden kuljetuspalvelut			
Liikennepalveluntarjoajan tiedot	1) Palveluntarjoajan nimi, mahdollinen y-tunnus ja yhteystiedot, joiden avulla palvelun käyttäjä voi tarvittaessa saada yhteyden palveluntarjoajan edustajaan	1.1 d) Reittisuunnitelman muodostaminen – säännöllinen liikenne: lii) Liikenteenharjoittajat (1) Ks. Myös metadatavaatimukset.	Ks. <i>EU EIP SA46 Coordinated Metadata Catalogue</i>
Maantieteellinen kattavuus	2) Tiedot alueista, joilla palvelua pääsääntöisesti ja mahdollisesti toissijaisesti tarjotaan	Metadata: Geographical coverage	Ks. <i>EU EIP SA46 Coordinated Metadata Catalogue</i>
Maksutavat	3) Tiedot käytettävistä maksutavoista liikennevälineessä	B) Tiedotuspalvelu Mistä ja miten voidaan ostaa lippuja säännölliseen liikenteeseen ja kysyntäohjauksiseen liikenteeseen ja maksaa pysäköintimaksuja (kaikki säännöllisen ja kysyntäohjauksisen liikenteen muodot, mukaan lukien vähittäismyyntikanavat, toimitustavat, maksutavat) (2)	
Esteettömyys	4) Tiedot siitä, ovatko käytössä olevat liikennevälineet tai osa niistä esteettömiä, matalalattiaisista tai onko niissä pyörätuoli-paikkoja tai opaskoirapaikkoja	D) Reittisuunnitelman muodostaminen – säännöllinen liikenne: Viii) Ajoneuvot (matalalattia; pyörätuolilla liikkuville suunniteltu) (1)	Suomen OT-lainsäädännössä ei puututa henkilökohtaisen liikenteen verkon esteettömyyteen, vrt. MMTIS:

			1.1 e) Reittisuunnitelman muodostaminen – tieliikenne (henkilökohtainen liikenne): lii) Jalankulkuverkko ja esteettömyyttä tukevat välineet
Säännöllisen liikenteen reittitiedot	5) Säännöllisen aikataulunmukaisen liikenteen tiedot reiteistä paikkatietoina, kulkulinjauksen mukaan annettuina, jos mahdollista ja reittitiedon voimassaoloaika	1.1 d) Reittisuunnitelman muodostaminen – säännöllinen liikenne: li) Verkkotopologia ja reitit (topologia) (1)	
Säännöllisen liikenteen liityntäpisteiden sijainnit ja aikataulut	6) Säännöllisen aikataulunmukaisen liikenteen pysäkkien, asemien, terminaalien ja muiden pysähtymispaikkojen sijainnit ja arvioidut aikataulut, tarvittaessa lähtö- ja saapumisajat eriteltyinä	1.1 c) Sijaintihaku (liityntäpisteet): I) Yksilöidyt liityntäpisteet (kaikki säännöllinen liikenne) (1) 1.1 d) Reittisuunnitelman muodostaminen – säännöllinen liikenne: Iv) Aikataulut (1)	
Säännöllisen liikenteen aikataulujen voimassaoloaika ja ajopäivät	7) Säännöllisen aikataulunmukaisen liikenteen palvelun aikataulun voimassaoloaika ja ajopäiväkalenteri	1.1 b) Reittisuunnitelmat: Operatiivinen kalenteri, jossa viikonpäivät liitetään päivämääriin (1)	
Muun kuin aikataulunmukaisen liikenteen paikkatiedot	8) Muussa kuin säännöllisen aikataulun mukaisessa liikenteessä mahdollisten palveluntarjoajan ennalta määrittelemien pysäkkien, asemien, terminaalien ja muiden pysähtymispaikkojen yksilöivät tunnukset ja sijainnit paikkatietoina	1.2 a) Sijaintihaku (kysyntäohjauksinen liikenne) (2)	Esimerkeissä ei ilmaista kaikkia Suomen lainsäädännössä olevia paikkatietoja, mutta tulkinta pitää sisällään kaiken tämän. Ks. https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2016-05-its-directive-multimodal-services.pdf .

Muun kuin aikataulunmukaisen liikenteen tarjonta-ajat	9) Muussa kuin säännöllisen aikataulun mukaisessa liikenteessä tiedot päivistä ja kellonajoista, jolloin palvelua pääsääntöisesti tarjotaan ja jolloin se on saatavissa tilauksesta	1.1 b) Reittisuunnitelmat: Operatiivinen kalenteri, jossa viikonpäivät liitetään päivämääriin (1)	
Varausmahdollisuus tai -velvollisuus	10) Tieto varausmahdollisuudesta tai -velvollisuudesta, jos sellainen liittyy palveluun sekä linkki mahdolliseen varauspalveluun	1.3 a) Yleisiä perusmaksuja ja erikoismaksuja koskeva yksityiskohtainen haku (kaikki säännöllinen liikenne): lv) Kaupalliset perusehdot, kuten palautus/korvaaminen/vaihtaminen/siirtäminen, ja varausta koskevat perusehdot, kuten myyntiaika, voimassaoloaika, reittirajoitukset, peräkäiset vyöhykemaksut, vähimmäisaika perillä	
Mahdolliset palvelun staattiset hintatiedot ja alennusperusteet	11) Mahdolliset staattiset hintatiedot tai tiedot hinnan määräytymisen perusteista tai muu vertailtavuuden mahdollistava hintatieto esimerkiksi kalleimman kilometrihinnan mukaisesti, sekä tiedot mahdollisista käytössä olevista alennusperusteista	1.2 c) Reittisuunnitelmat, lisätiedot, saatavuuden tarkastaminen: l) Yleiset perusmaksut (kaikki säännöllinen liikenne): - Tariffiverkon tiedot (maksuvyöhykkeet/-pysäkit ja vyöhykerajat) (2) - Perustariffirakenne (pisteestä pisteeseen, mukaan lukien päivä- ja viikkotariffit, vyöhyketariffit, kertamaksut) (2)	
Mahdolliset dynaamiset hintatiedot ja vapaa kapasiteetti	12) Mahdolliset dynaamiset hintatiedot ja tieto mahdollisesta vapaasta kapasiteetista , tai linkki palveluun, josta tiedot ovat saatavilla	1.2 c) Reittisuunnitelmat, lisätiedot, saatavuuden tarkastaminen (2)	Ks. https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2016-05-its-directive-multimodal-services.pdf .
Matkatavararajoitukset ja kuljetushinnat	13) Tiedot matkatavaran kuljettamiseen liittyvistä mahdollisista rajoituksista ja hinnoista		
Mahdolliset lisäpalvelut	14) Mahdolliset lisäpalvelut, jotka palveluntarjoaja haluaa ilmoittaa rajapinnassa, kuten tiedot lastenistuimista tai eläinten	1.2 c) Reittisuunnitelmat, lisätiedot, saatavuuden tarkastaminen: li) Ajoneuvojen varustetaso, kuten matkustusluokat ja WiFi-yhteys	

	kuljetuksesta ja niiden hinnoista sekä pysäkkikuulutusten olemassa olosta		
Säännöllisen liikenteen mahdolliset reaaliaikaiset liikkumistiedot	15) Säännöllisen aikataulun mukaisessa liikenteessä mahdolliset tiedot liikennevälineiden reaaliaikaisesta liikkumisesta reitillään tai linkki palveluun, josta tiedot ovat saatavissa	-	MMTIS-asetuksessa reaaliaikatietoon liittyvät maininnat vähäisempiä kuin Suomen lainsäädännössä: 2.2 a) Ohitusajat, matkasuunnitelmat ja lisätiedot (kaikki liikennemuodot): I) Palvelujen arvioidut lähtö- ja saapumisajat II) Nykyisen tieyhteyden matka-aika
Muun kuin säännöllisen liikenteen sijaintitiedot	16) Muussa kuin säännöllisen aikataulun mukaisessa liikenteessä mahdollinen tieto saatavilla olevien liikennevälineiden sijainnista kartalla tai linkki palveluun, josta tiedot ovat saatavissa	-	MMTIS-asetuksessa reaaliaikatietoon liittyvät maininnat vähäisempiä kuin Suomen lainsäädännössä: 2.2 a) Ohitusajat, matkasuunnitelmat ja lisätiedot (kaikki liikennemuodot): I) Palvelujen arvioidut lähtö- ja saapumisajat II) Nykyisen tieyhteyden matka-aika
Aikataulumuutokset, peruutukset ja esteettömyyteen vaikuttavat kalustomuutokset	17) Mahdolliset arviot merkittävistä myöhästymisistä tai peruutuksista sekä esteettömyyteen vaikuttavista kalustomuutoksista heti kun ne ovat palveluntarjoajan tiedossa ja kohtuudella toimitettavissa	2.1) Ohitusajat, matkasuunnitelmat ja lisätiedot: I) Häiriöt (kaikki liikennemuodot) II) Reaaliaikaiset tilannetiedot – myöhästymiset, peruutukset, taattujen yhteyksien seuranta (kaikki liikennemuodot)	Ks. Asemat, satamat ja muut terminaalit: 2.1) Ohitusajat, matkasuunnitelmat ja lisätiedot: II) Liityntäpisteen ominaisuuksien tilanne (mukaan lukien dynaamiset laituritiedot, toiminnassa olevat hissit/liukuportaat, suljetut sisään- ja uloskäynnit –

			kaikki säännöllinen liikenne)
Mahdollinen sähköisen palvelun osoite	18) Mahdollinen linkki kotisivuille tai muuhun sähköiseen palveluun	1.1 d) Reittisuunnitelman muodostaminen – säännöllinen liikenne: lii) Liikenteenharjoittajat (1)	Sähköisen palvelun linkkiä ei eksplisiittisesti vaadita kuljetuspalvelun tarjoajalle, vaan kuljetuspalvelua kuvaavan datan julkaisijalle, yhteyspisteelle ja omistajalle. Ks. EU <i>EIP SA46 Coordinated Metadata Catalogue</i> .
Asemat, satamat ja muut terminaalit			
Toiminnoista vastaavan tiedot	1) Asema-, satama- tai terminaalitoimintoista vastaavan toimijan nimi ja mahdollinen y-tunnus sekä mahdollisen asiakaspalvelun yhteystiedot	1.1 a) Sijaintihaku (liityntäpisteet): I) Yksilöidyt liityntäpisteet (kaikki säännöllinen liikenne) (1)	Ei erillistä vaatimusta toimijoista. Sisältyy liityntäpisteen tietoihin?
Sijaintitiedot	2) Sijainti paikkatietona	1.1 a) Sijaintihaku (liityntäpisteet): I) Yksilöidyt liityntäpisteet (kaikki säännöllinen liikenne) (1)	
	3) Sisätilojen mahdolliset aukioloajat	1.2 c) Reittisuunnitelmat, lisätiedot, saatavuuden tarkastaminen:	Ei mainita suoraan MMTIS-asetuksessa, mutta katsotaan sisältyvän siihen. Ks. https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2016-05-its-directive-multimodal-services.pdf .
Sisätilojen opastustiedot	4) Sisätilojen mahdollinen yksityiskohtainen kartta sekä tieto mahdollisesta opastusjärjestelmästä tai linkki palveluun, josta tieto on saatavilla	1.1 c) Sijaintihaku: lii) Liityntäpisteiden geometria/karttoitus (kaikki säännöllinen liikenne) (1) 1.1 d) Reittisuunnitelman muodostaminen – säännöllinen liikenne:	Liityntäpisteiden ulkotilojen geometria, kartta ja opastus yms. Puuttuvat Suomen lainsäädännöstä.

		<p>Vii) Liityntäpisteiden varustetaso (mukaan lukien laituritiedot, asiakaspalvelu-/neuvontapisteet, lipunmyyntipisteet, hissit/portaat, sisään- ja uloskäyntien sijainti) (1)</p> <p>2.1) Ohitusajat, matkasuunnitelmat ja lisätiedot:</p> <p>lii) Liityntäpisteen ominaisuuksien tilanne (mukaan lukien dynaamiset laituritiedot, toiminnassa olevat hissit/liukuportaat, suljetut sisään- ja uloskäynnit – kaikki säännöllinen liikenne) (1)</p>	
<p>Tieto matkustajan oikeuksista, avustuspalveluista ja esteettömistä tiloista</p>	<p>5) Tiedot mahdollisesti tarjottavista Euroopan parlamentin ja neuvoston matkustajien oikeuksista linja-autoliikenteessä sekä asetuksen (EY) N:o 2006/2004 muuttamisesta antamassa asetuksessa (EU) N:o 181/2011, Euroopan parlamentin ja neuvoston matkustajille heidän lennolle pääsynsä epäämisen sekä lentojen peruuttamisen tai pitkäaikaisen viivästymisen johdosta annettavaa korvausta ja apua koskevista yhteisistä säännöistä antaman asetuksen (EY) N:o 261/2004, Euroopan parlamentin ja neuvoston vammaisten ja liikuntarajoitteisten henkilöiden oikeuksista lentoliikenteessä antaman asetuksen (EY) N:o 1107/2006, Euroopan parlamentin ja neuvoston matkustajien oikeuksista meri- ja sisävesiliikenteessä antaman asetuksen (EU) N:o 1177/2010 sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston rautatieliikenteen matkustajien oikeuksista ja velvollisuuksista antaman asetuksen (EY) N:o</p>	<p>1.1 d) Reittisuunnitelman muodostaminen – säännöllinen liikenne:</p> <p>lx) Liityntäpisteiden esteettömyys ja kulkureitit vaihdon yhteydessä (kuten hissit, liukuportaat) (1)</p> <p>X) Avustuspalvelut (kuten onko apua saatavilla paikan päällä) (1)</p>	<p>Ks. Suomen lainsäädännöstä ko. Kohdan viittaukset EU-lainsäädäntöön.</p>

	1371/2007 mukaisista avustuspalveluista, tieto mahdollisista esteettömistä tiloista kuten inva-wc:stä tai linkki palveluun, josta tiedot on saatavissa		
Erityistarpeiden huomioiminen	6) Tiedot mahdollisista muista erityisiä tarpeita omaavien käyttäjäryhmien palvelun käyttöä helpottavista seikoista kuten lastenhoitotiloista ja kuulutuksista tai linkki palveluun, josta tieto on saatavissa	1.1 d) Reittisuunnitelman muodostaminen – säännöllinen liikenne: Viii) Liityntäpisteiden varustetaso (mukaan lukien laituritiedot, asiakaspalvelu-/neuvontapisteet, lipunmyyntipisteet, hissit/portaat, sisään- ja uloskäyntien sijainti) (1)	
Liityntäpisteiden palvelut	7) Mahdollinen linkki kotisivuille tai muuhun sähköiseen palveluun, josta on saatavissa tietoja muun muassa tietoja terminaaleissa tai sen yhteydessä tarjottavista palveluista kuten pysäköintimahdollisuuksista, matkatavaroiden säilytyksestä ja lipunmyyntipisteistä tai -automaateista	1.1 d) Reittisuunnitelman muodostaminen – säännöllinen liikenne: Vii) Liityntäpisteiden varustetaso (mukaan lukien laituritiedot, asiakaspalvelu-/neuvontapisteet, lipunmyyntipisteet, hissit/portaat, sisään- ja uloskäyntien sijainti) (1) 1.2 a) Sijaintihaku (kysyntäohjauksinen liikenne): I) Liityntäpysäköinti (2) Ii) Kaupunkipyöräasemat (2) Iii) Yhteiskäyttöautojen pysäköintipaikat (2) Iv) Julkiset tankkauspisteet bensiini-, diesel-, maakaasu- ja vetykäyttöisille ajoneuvoille, sähköautojen latauspisteet V) Turvalliset polkupyöräparkit (kuten lukitut polkupyörätallit) (2)	Suomen lainsäädännön ja EU-lainsäädännöt esimerkiksi poikkeavat, mutta lain henki on sama.
Liikennevälineiden vuokrauspalvelut ja kaupalliset yhteiskäyttöpalvelut			
Palveluntarjoajan tiedot	1) Palveluntarjoajan nimi, mahdollinen y-tunnus ja yhteystiedot, joiden avulla palvelun käyttäjä voi tarvittaessa saada yhteyden palveluntarjoajan edustajaan	Ks. Myös metadatavaatimukset.	Ks. <i>EU EIP SA46 Coordinated Metadata Catalogue</i>

Liikennevälineiden nouto- ja palautuspaikat	2) Tieto ennalta määritellyistä liikennevälineen nouto- ja palautuspaikoista ja -ajoista	1.2 a) Sijaintihaku (kysyntäohjauksinen liikenne): li) Kaupunkipyöräasemat lii) Yhteiskäyttöautojen pysäköintipaikat	MMTIS-direktiivissä viereiset esimerkit, mutta sisältää muutkin vastaavat palvelut.
Palvelun käyttöalue	3) Tieto alueesta, jolla palvelua voidaan käyttää	Metadata: Geographical coverage	Ks. <i>EU EIP SA46 Coordinated Metadata Catalogue</i>
Tieto maksutavoista	4) Tiedot käytettävistä maksutavoista	1.2 b) Tiedotuspalvelu: Mistä ja miten voidaan ostaa lippuja säännölliseen liikenteeseen ja kysyntäohjauksiseen liikenteeseen ja maksaa pysäköintimaksuja (kaikki säännöllisen ja kysyntäohjauksisen liikenteen muodot, mukaan lukien vähittäismyyntikanavat, toimitustavat, maksutavat) (2) 1.3 b) Tiedotuspalvelu (kaikki liikennemuodot): li) Kuinka tilataan yhteiskäyttöauto, taksi, vuokrapyörä jne. (mukaan lukien vähittäismyyntikanavat, toimitustavat, maksutavat) (3)	
Pyörätuolin kuljetusmahdollisuus kulkuvälineessä	5) Tieto siitä, voiko käytettävissä olevissa liikennevälineissä kuljettaa pyörätuolia	-	Esteettömyystiedot MMTIS-asetuksessa vain säännölliselle liikenteelle.
Palvelun käytön ehdot	6) Tiedot palvelun käyttöön ottamiseksi mahdollisesti vaadittavista ehdoista, kuten ikä tai ajokorttivaatimus	-	MMTIS-asetuksessa ei suoraan mainita käyttöön ottamisen ehtoja, mutta voitaneen katsoa sisältyväksi kohtaan: 1.3 b) Tiedotuspalvelu (kaikki liikennemuodot): li) Kuinka tilataan yhteiskäyttöauto, taksi, vuokrapyörä jne. (mukaan lukien vähittäismyyntikanavat, toimitustavat, maksutavat)

Tieto varausmahdollisuudesta tai -velvollisuudesta	7) Tieto varausmahdollisuudesta tai -velvollisuudesta, jos sellainen liittyy palveluun sekä linkki mahdolliseen varauspalveluun	1.3 b) Tiedotuspalvelu (kaikki liikennemuodot): li) Kuinka tilataan yhteiskäyttöauto, taksi, vuokrapyörä jne. (mukaan lukien vähittäismyyntikanavat, toimitustavat, maksutavat)	Tilaamiseen voitaneen katsoa sisältyväksi varaus.
Staattiset hintatiedot	8) Mahdolliset staattiset hintatiedot tai tiedot hinnan määräytymisen perusteista tai muu vertailtavuuden mahdollistava hintatieto esimerkiksi kalleimman kilometrihinnan mukaisesti sekä tiedot mahdollisista käytössä olevista alennusperusteista	-	MMTIS-asetuksessa hintatietojen antaminen on mainittu vain säännöllisen liikenteen yhteydessä.
Dynaamiset hintatiedot	9) Mahdolliset dynaamiset hintatiedot ja tieto mahdollisesta vapaasta kapasiteetista tai linkki palveluun, josta tiedot ovat saatavissa	-	MMTIS-asetuksessa hintatietojen antaminen on mainittu vain säännöllisen liikenteen yhteydessä.
Matkatavaroiden kuljetus	10) Tiedot matkatavaran kuljettamiseen liittyvistä mahdollisista rajoituksista ja hinnoista	-	
Lisäpalvelut	11) Mahdolliset lisäpalvelut, jotka palveluntarjoaja haluaa ilmoittaa rajapinnassa, kuten tiedot lastenistuimista tai eläinten kuljetuksesta ja niiden hinnoista	1.2 c) Ajoneuvojen varustetaso, kuten matkustusluokat ja WiFi-yhteys	MMTIS-asetuksessa tämä koskee kaikkea liikennettä
Mahdollinen sähköisen palvelun osoite	12) Mahdollinen linkki kotisivuille tai muuhun sähköiseen palveluun	-	Sähköisen palvelun linkkiä ei eksplisiittisesti vaadita kuljetuspalvelun tarjoajalle, vaan kuljetuspalvelua kuvaavan datan julkaisijalle, yhteyspisteelle ja omistajalle. Ks. EU EIP SA46 Coordinated Metadata Catalogue.

Liite 2: MMTIS-asetuksen viittaamat metadatavaatimukset

MMTIS-asetuksen alustuksen kohdassa 13 todetaan:

”Jotta voitaisiin mahdollistaa kansallisten yhteyspisteiden onnistunut ja kustannustehokas käyttö, tarvittavan matka- ja liikennedatan sisältö ja rakenne on tarpeen kuvata tarkasti asianmukaista metadataa käyttäen ⁽¹⁾.”

Viittaus ⁽¹⁾ kohdan lopussa on dokumenttiin: EU EIP SPA Coordinated Metadata Catalogue (European Commission 2019), josta alla olevat taulukot antavat yhteenvedon tarvittavista metadataelementeistä kuvaamaan avattavaa dataa.

Category	Element Name	Element type	Mandatory	Example for a data set from a Car Sharing company
Metadata information	Metadata date	<i>DateTime</i>	<i>yes</i>	2015-10-23T09:00:00+01:00
	Metadata language	<i>predefined</i>	<i>yes</i>	ger; eng;
	Contact point	<i>vCard-Textfields</i>	<i>partially*</i>	Hans Maier, Super Car Sharing GmbH, Data Street 1 Berlin, hans@supercs.de, www.supercs.de
Content information	Name of dataset	<i>free text</i>	<i>yes</i>	“Stationary Car Sharing stations”
	Description of dataset	<i>free text</i>	<i>yes</i>	“Contains information per station: ID, name, location, vehicle types”
	Resource type	<i>predefined</i>	<i>no</i>	Data set
	Dataset type category	<i>predefined</i>	<i>yes</i>	Demand-responsive modes
	Dataset detailed type	<i>predefined</i>	<i>no</i>	Location of Car-sharing stations
	Service type category	<i>predefined</i>	<i>conditionally*</i>	(not applicable)
	Dataset language	<i>predefined</i>	<i>yes</i>	ger; eng;
	Georeferencing Method	<i>predefined</i>	<i>no</i>	Geocoordinates WGS84
Temporal information	Valid From	<i>DateTime</i>	<i>yes</i>	2015-10-23T09:00:00+01:00
	Valid To	<i>DateTime</i>	<i>no</i>	(no information)
Geographical coverage	Area covered by publication	<i>predefined</i>	<i>yes</i>	DE30
	Network coverage	<i>predefined</i>	<i>yes</i>	Urban and local roads
	Network coverage description	<i>free text</i>	<i>no</i>	“Business area of Super Car Sharing in Berlin”

Category	Element Name	Element type	Mandatory	Example for a data set from a Car Sharing company
Transportation system	Transportation modes covered	<i>predefined</i>	<i>yes</i>	Demand-responsive / car-sharing
Responsibilities	Publisher	<i>vCard-Textfields</i>	<i>partially*</i>	Hans Maier, Super Car Sharing GmbH, Data Street 1 Berlin, hans@supercs.de, www.supercs.de
	Data owner	<i>vCard-Textfields</i>	<i>partially*</i>	(to be copied from "Publisher")
Conditions for use	Contract or license	<i>predefined</i>	<i>yes</i>	Licence and Free of charge
	Conditions for use	<i>URL</i>	<i>conditionally*</i>	www.supercs.de/terms.pdf
Access information	Data format - Encoding	<i>predefined</i>	<i>no</i>	(not applicable)
	Data format - Syntax	<i>predefined</i>	<i>yes</i>	JSON
	Data format - Grammar	<i>predefined</i>	<i>no</i>	JSON Schema
	Data format - Data Model	<i>predefined</i>	<i>yes</i>	other
	Data format description	<i>free text</i>	<i>conditionally*</i>	"Proprietary model in accordance to CEN TC278 / WG17 / Urban ITS"
	Access interface	<i>predefined</i>	<i>yes</i>	FTP
	Communication method	<i>predefined</i>	<i>conditionally*</i>	(not applicable)
	Access URL	<i>URL</i>	<i>conditionally*</i>	www.supercs.de/access.htm
Quality information	Update frequency	<i>predefined</i>	<i>yes</i>	Up to Monthly
	Quality description	<i>free text</i>	<i>yes</i>	"Quality Criteria "Correctness" and "Completeness" fulfilled to 99%, assessed by ground- truth testing"
	National body assessment status	<i>Date</i>	<i>no</i>	"No assessment done"

Liite 3: GTFS-standardin tiedostopakettien kuvaus

Seuraavassa taulukossa esitetään GTFS-syötteen sisältämät tiedostotyytit.

Tiedosto	Kuvaus	Taso
Agency.txt	Joukkoliikenneoperaattorin tiedot	pakollinen
Stops.txt	Pysäkkien paikkatiedot	pakollinen
Routes.txt	Joukkoliikenteen linjat – Linjat ovat joukko pysäkkien välisiä matkoja	pakollinen
Trips.txt	Yksittäiset matkat linjoilla	pakollinen
Stop_times.txt	Joukkoliikenteen saapumis- ja lähtöajat jokaisella pysäkillä jokaiselle reitille	pakollinen
Calendar.txt	Reittien liikennöintiajat	Ehdollisesti pakollinen
Calendar_dates.txt	Poikkeuspäivät aikatauluissa	Ehdollisesti pakollinen
Shapes.txt	Joukkoliikenteen ajoreittien piirtämissäännöt	Ei pakollinen
Fare_attributes.txt	Hintatiedot	Ei pakollinen
Fare_rules.txt	Hintojen muodostamissäännöt	Ei pakollinen
Frequencies.txt	Lähtöjen tiheys	Ei pakollinen
Transfers.txt	Pysäkkien väliset siirrot	Ei pakollinen
Feed_info.txt	Lisätietoa GTFS-syöttestä	Ei pakollinen

Liite 4: GTFS- ja NeTEx-standardien vertailu

GTFS- ja NeTEx-standardien vertailu:

	GTFS	NeTEx
Tarkoitus	Julkisenliikenteen staattisen informaation tiedonvaihtostandardi Tarjoaa "downstream" toimintoja reitin-suunnittelu palveluille	Julkisenliikenteen staattisen informaation tiedonvaihtostandardi Tarjoaa sekä "upstream" että "downstream" ja voidaan hyödyntää yleisemmin joukkoliikenteen informaation hallinnassa
Tietomalli	GTFS-malli	Transmodel
Esitystapa	Perinteinen kiinteä tiedostomuoto CSV Kompakti ja tehokas tallennus muoto, mutta useampana pienenä tekstitiedostona Pakataan ZIP-formaatissa kokonaispakettiksi joka sisältää eri osatiedostot	XML-pohjainen tallennusmuoto Mahdollistaa koko tietojoukon pakkaamisen yhdeksi tiedostoksi, jota voidaan hallita ja vahvistaa
Kattavuus	Pysäkit, linjat, reitit Rajoitetusti lippu-/maksutietoja	Kattaa pysäkit, linjat, reitit, mutta myös muita joukkoliikenteen osia ja laajemmin liputus-/maksutietoja
Yhteensopivuus	GTFS-RT, GTFS-Flex	Transmodel, IFOPT, NeTEx, SIRI
Muunnettavuus	Ei voida suoraan siirtää NeTEx muotoon, koska ei sisällä kaikkia data-kenttiä	Voidaan muuntaa GTFS-formaattiin NeTEx UML sisältää GTFS-kartoituspaketin, joka näyttää kuinka jokainen GTFS-elementti voidaan täyttää vastaavasta NeTEx-elementistä
Kulkumuodot	Linja-auto, raitiovaunu, metro, juna, lautta, kaapeli-raitiovaunu, ilma-vaunu, funicular, johdinauto, yksiraiteinen rautatie	Linja-auto, raitiovaunu, metro, juna, lautta, kaapeli-raitiovaunu, ilma-vaunu, funicular, johdinauto, yksiraiteinen rautatie
Jaetut matkat	Ei tueta, mutta mahdollista tehdä käyttämällä useita "vehicle journey" komponentteja	On mahdollista "coupled journey" ja esimerkiksi "train elements" komponentteja hyödyntämällä
Yleisyys	Kansainvälinen de-facto-standardi	Euroopassa yleistynyt
Editori tuki	Conveyal Suomessa RAE	Avoimen lähdekoodin Chouette Suomessa ?
Reitityskone tuki	Kaikki OTP versiot	Rajoitetusti OTP2 versiot
Moni-operaattori tuki	Ei selkeää ratkaisua Mahdollista toteuttaa joko kiinnittämällä kaikki operaattorit samaan hallintatahoon (menetetään operaattori tieto) tai mallintamalla kaikkia operaattoreita erillisinä hallintatahoina (menetetään yhdistettävyyss-tiedot)	Tukee suoraan Määritelmä sisältää erilliset operaattorit ja operaattoriryhmät

KV-liikenne	Ei sisäänrakennettua tukea	NeTEx on kehitetty soveltumaan EU-laajuiseen aikataulutietojen vaihtoon (tuki rajat ylittäviin matkaketjuihin)
Reaaliaika-tuki	GTFS-RT	SIRI
Kutsu- / joustava joukkoliikenne	GTFS-Flex tarjoaa kutsujoukkoliikenne tukea seuraavilla malleilla: <ul style="list-style-type: none"> • Route Deviation • Point Deviation • Demand-Responsive Connector • Request Stops • Flexible-Route Segments • Zone Route 	Sisäänrakennettuna tuki sekä kutsu-, että joustavalle liikenteelle Joustavuutta voidaan soveltaa linjoille, reitille ja pysäkkirakenteille (alueet, käytävät, hail&ride) tai niiden aikataulutuksiin NeTEx sisältää kaksi eri mallia joustavuudelle: verkon joustavuus (palvelu kattaa vaihtelevan alueen) ja palvelun joustavuus (palvelut vaihtelevat ajan tai käyttäjätarpeen mukaan)
Muut liikenne-muodot	Ei sisäänrakennettua tukea	Ei kata kaupunkipyöriä tai yhteiskäyttöautoja (asiaa ratkaisemaan on asetettu standardityöryhmä)
Maksut	GTFS:n maksu (fare) mallilla on melko rajoittunut ilmaisukyky Se tukee ainoastaan yksinkertaisia tariffirakenteita, kuten <i>one-to-zone</i> , <i>point-to-point</i> , <i>named zones</i> ja <i>flat</i> . Kentät sisältävät rajoitetusti tietoa matkatuotteista, tai niiden tilasta/saatavuudesta	Transmodel/NeTEx käyttää rikkaampaa mallia kuvaamaan maksu- ja liputustapahtumia, joka mahdollistaa erilaisia abstraktiotasoja Esimerkiksi on mahdollista kuvata hintoja, tariffirakenteita, pääsyoikeuksia, lippupaketteja, tarjouksia erilaisina yhdistelminä
Esteettömyys	Pysäkkietietomallit voivat sisältää esteettömyystietoa: <ul style="list-style-type: none"> • wheelchair_boarding • wheelchair_accessible 	Mallintaa esteettömyyttä useilla tasoilla: <ul style="list-style-type: none"> • Site accessibility (sisältää pysäkit, terminaalit, POI-pisteet) • Connection accessibility (sisältää vaihdot ja jatkoyhteydet)
Päivitysten tukeminen	Ei tukea	Sisältää versiointi ja voimassaolohtomekanismeja
Pysäkki-malli	Kaksitasoinen malli <i>Stop</i> ja <i>Station</i>	Rikkaampi hierarkia-malli, sisältää Transmodel-pohjaisesti Quay, StopPlace ja GroupOfStopPlace Yksittäinen StopPlace voi olla sekä monomodaalinen että multimodaalinen
Ajoneuvo ja kapasiteetti tieto	Osaltaan tuettu GTFS-plus laajennuksessa	

Keskeisimpien GTFS-kenttien muunnos NeTEx-standardin elementteihin:

GTFS	NeTEx / Transmodel
<i>Reitti</i> (GTFS Route)	Vastaa Transmodelin linjaa (<i>line</i>). Transmodelissa reitti (<i>route</i>) tarkoittaa ajoneuvon alueellista polkua ja <i>journey pattern</i> kuvaa pysäkkien sekvenssiä yhteensuuntaan reitillä.
<i>Matka</i> (GTFS Trip)	Vastaa Transmodelin palvelumatkaa (<i>service journey</i>). Transmodelissa <i>Trip</i> -termiä käytetään kuvaamaan matkustajan käyttämää reittiä ja <i>Journey</i> -termiä käytetään kuvaamaan ajoneuvon matkaa.
<i>Palvelu</i> (GTFS Service)	Vastaa kahta Transmodel aika-kuvaajaa. <i>Day type</i> -termi kuvaa yleisesti päiviä ja <i>day type assignment</i> -termi kuvaa tiettyä kalenteri päivää.
<i>Maksu</i> (GTFS Fare)	Vastaa <i>fare structure</i> -elementtiä ja kuvaa pääsyoikeutta tiettyyn osaan verkkoa.
<i>Agentuuri</i> (GTFS Agency)	Vastaa <i>organisation</i> -elementtiä, joka voidaan edelleen jakaa <i>operator</i> - (operoi liikennettä) ja <i>authority</i> -elementteihin (organisoi liikenteen)
<i>Pysäkki</i> (GTFS Stop)	Vastaa osittain elementtejä: <i>scheduled stop point</i> , <i>stop place</i> ja <i>quay</i> . Pysäkkielementtien vastaavuus on kuvattu tarkemmin taulukossa Error! Reference source not found..

GTFS-pysäkki-konseptin vastaavuus Transmodel/NeTEx-standardin pysäkki-konseptiin:

GTFS käyttö	GTFS pysäkin sijaintityyppi	GTFS pysäkin "emo-asema"	Transmodel fyysinen pysäkki	Transmodel pysäkin aikataulu
Koko asema	"1"	Ei	STOP PLACE	SCHEDULED STOP POINT
Laituri	"0"	vaadittu	QUAY	SCHEDULED STOP POINT
Sisääntulo / uloskäynti	"2"	vaadittu	ENTRANCE	SCHEDULED STOP POINT
Yleinen noodit	"1"	vaadittu	ACCESS SPACE	SCHEDULED STOP POINT
Nousualue		vaadittu	BOARDING POINT	SCHEDULED STOP POINT

[<http://www.transmodel-cen.eu/wp-content/uploads/sites/2/2019/10/StandardsHarmonisation-2019-njsk-v1.0.pdf>]

Liite 5. Joukkoliikenteen pysäkin tiedot Digiroadissa

Joukkoliikenteen pysäkki esitetään Digiroadissa pistemäisenä spatiaalisena elementtinä omassa tietokantataulussaan:

Selite	Kenttä (shape) / elementti (WFS)	Tietotyyppi (shape)	Lisätieto
Valtakunnallinen ID	VALTAK_ID	integer	
Sijainti	shape/point	geometry (pointZ)	ETRS-TM35FIN
Koordinaatti X	KOORD_X	double	ETRS-TM35FIN
Koordinaatti Y	KOORD_Y	double	ETRS-TM35FIN
Linkin Link-ID	LINK_ID	text, 20	
Sijainti linkillä	SIJAINTI_M	double	m-arvo: metri (x,y-tasossa)
Vaikutussuunta	VAIK_SUUNT	integer	koodiarvo
Nimi suomeksi	NIMI_SU	text, 200	
Nimi ruotsiksi	NIMI_RU	text, 200	
Tietojen ylläpitäjä	YLLAPITAJA	integer	koodiarvo
Ylläpitäjän tunnus	YLLAP_TUNN	text, 50	
Livi-tunnus	LIVI_TUNN	text, 50	
Matkustajatunnus	MATK_TUNN	text, 50	
Maastokoordinaatti X	MAAST_X	text, 50	
Maastokoordinaatti Y	MAAST_Y	text, 50	
Maastokoordinaatti Z	MAAST_Z	text, 50	
Liikennöintisuunta	LIIK_SUUNTA	text, 200	
Liikennöintisuuntima	L_SUUNTIMA	integer	asteluku 0-360
Ensimmäinen voimassaolopäivä	ENS_VO_PV	text, 50	aikaleima "12.06.2014"
Viimeinen voimassaolopäivä	VIIM_VO_PV	text, 50	aikaleima "12.06.2014"
Pysäkin tyyppi	PYS_TYYPPI	text, 20	lista, jossa tyypit eroteltu pilkulla, ei hakasulkuja listan ympärillä
Aikataulu	AIKATAULU	integer	koodiarvo
Katos	KATOS	integer	koodiarvo
Penkki	PENKKI	integer	koodiarvo
Mainoskatos	MAINOSKAT	integer	koodiarvo
Pyöräteline	PYORATELIN	integer	koodiarvo
Sähköinen aikataulunäyttö	S_AIKATAUL	integer	koodiarvo
Valaistus	VALAISTUS	integer	koodiarvo
Esteettömyys liikuntarajoitteiselle	ESTETTO-MYY	text, 200	
Saattomahdollisuus henkilöautolla	SAATTO-MAHD	integer	koodiarvo
Liityntäpysäköinti-paikkojen lkm	LIIT_LKM	text, 200	
Liityntäpysäköinnin lisätiedot	LIIT_LISAT	text, 200	
Pysäkin omistaja	PYS_OMIST	text, 200	
Palauteosoite	PALAUTE_OS	text, 200	
Lisätiedot	LISATIEDOT	text, 200	

Irti linkin geometriasta	IRTI_GEOM	integer	koodiarvo
Muokkauspvm	MUOK-KAUSPV	text, 50	aikaleima "12.06.2014 13:29:17"
Kuntanumero	KUNTAKOODI	integer	

Alla on tarkemmat kuvaukset em. tietokantataulun attribuuttien kuvauksista. Ensimmäisessä taulukossa on joukkoliikennepysäkin perustiedot ja toisessa pysäkin varuste- ja muut ominaisuustiedot.

Ominaisuustieto	Tietotyyppi	Selite	Koodiarvot
Koordinaatti X (itäkoordinaatti)	Numeerinen	Pysäkin X-koordinaatti Digiroadissa. Las-kettu tielinkistä ja m-arvosta.	
Koordinaatti Y (pohjoiskoordinaatti)	Numeerinen	Pysäkin Y-koordinaatti Digiroadissa. Las-kettu tielinkistä ja m-arvosta.	
Linkin Link-ID	Numeerinen	Sen tielinkin Link-ID, jolla pysäkki sijaitsee*	
M-arvo	Numeerinen	Pysäkin sijainti tielinkillä*	
Vaikutussuunta	Koodiarvo	Pysäkin vaikutussuunta suhteessa tielinkin digitointisuuntaan*	2 Digitointisuuntaan 3 Digitointisuuntaa vastaan
Muokattu viimeksi	Merkkijono	Pysäkin viimeisin muokkausaika tai järjestelmään lisäysaika.	
Valtakunnallinen ID	Numeerinen	Valtakunnallisesti yksilöivä tunnus pysäkille.	
Nimi suomeksi	Merkkijono	Pysäkin nimi suomen kielellä.	
Nimi ruotsiksi	Merkkijono	Pysäkin nimi ruotsin kielellä.	
Tietojen ylläpitäjä	Koodiarvo	Tietoja Digiroadissa ylläpitävä viranomai-nen.	1 Kunta 2 ELY-keskus 3 HSL 4 Ei tiedossa
Ylläpitäjän tunnus	Merkkijono	Tietojen ylläpitäjän omassa järjestelmäsään käyttämä pysäkin yksilöivä tunnus.	
Livi-tunnus	Merkkijono	Pysäkin Livi-tunniste, vastaava tunnus kuin Tierestikierissä. Käytössä vain maanteiden pysäkeillä.	
Matkustajatun-nus	Merkkijono	Pysäkin tunnus, joka fyysisesti näkyy pysäkillä.	

Maastokoordinaatti X (itäkoordinaatti)	Merkki-jono	Pysäkin sijainnin mitattu X-koordinaatti. Maastokoordinaatit ovat tietojen ylläpitäjän ilmoittamat koordinaatit, jotka eivät välttämättä täsmää sovelluksessa esitetyn sijainnin kanssa.	
Maastokoordinaatti Y (pohjoiskoordinaatti)	Merkki-jono	Pysäkin sijainnin mitattu Y-koordinaatti. Maastokoordinaatit ovat tietojen ylläpitäjän ilmoittamat koordinaatit, jotka eivät välttämättä täsmää sovelluksessa esitetyn sijainnin kanssa.	
Maastokoordinaatti Z	Merkki-jono	Pysäkin sijainnin mitattu Z-koordinaatti. Maastokoordinaatit ovat tietojen ylläpitäjän ilmoittamat koordinaatit, jotka eivät välttämättä täsmää sovelluksessa esitetyn sijainnin kanssa.	
Liikennöinti-suunta	Merkki-jono	Pysäkin suunta vapaasti kuvattuna.	
Liikennöinti-suuntima	Numeerinen	Asteluku 0 ja 360 väliltä. Kuvaa pysäkin vaikutussuuntaa.	
Ensimmäinen voimassaolopäivä	Aika-leima	Päivämäärä, jolloin pysäkki on ensimmäistä kertaa käytössä.	
Viimeinen voimassaolopäivä	Aika-leima	Päivämäärä, jolloin pysäkki on viimeisen kerran käytössä.	
Pysäkin tyyppi	Koodiarvo	Pysäkin tyyppi ilmoittaa, minkälaista liikennettä pysäkki palvelee. Pysäkillä voi olla useampi kuin yksi tyyppi.	1 Raitiovaunu 2 Paikallisliikenne 3 Kaukoliikenne 4 Pikavuoro 5 Virtuaalipysäkki 6 Terminaali 99 Ei tietoa
Irti geometriasta**	Koodiarvo	Pysäkin alla olevan tielinkin geometria on muuttunut huomattavasti, jolloin pysäkki on irti geometriasta.	1 Kiinni geometriassa 2 Irti geometriasta
Vyöhyke	Merkki-jono	Lippuvyöhykkeitä käyttävien VVH-alueiden vyöhyketieto: esim. A, B, C	

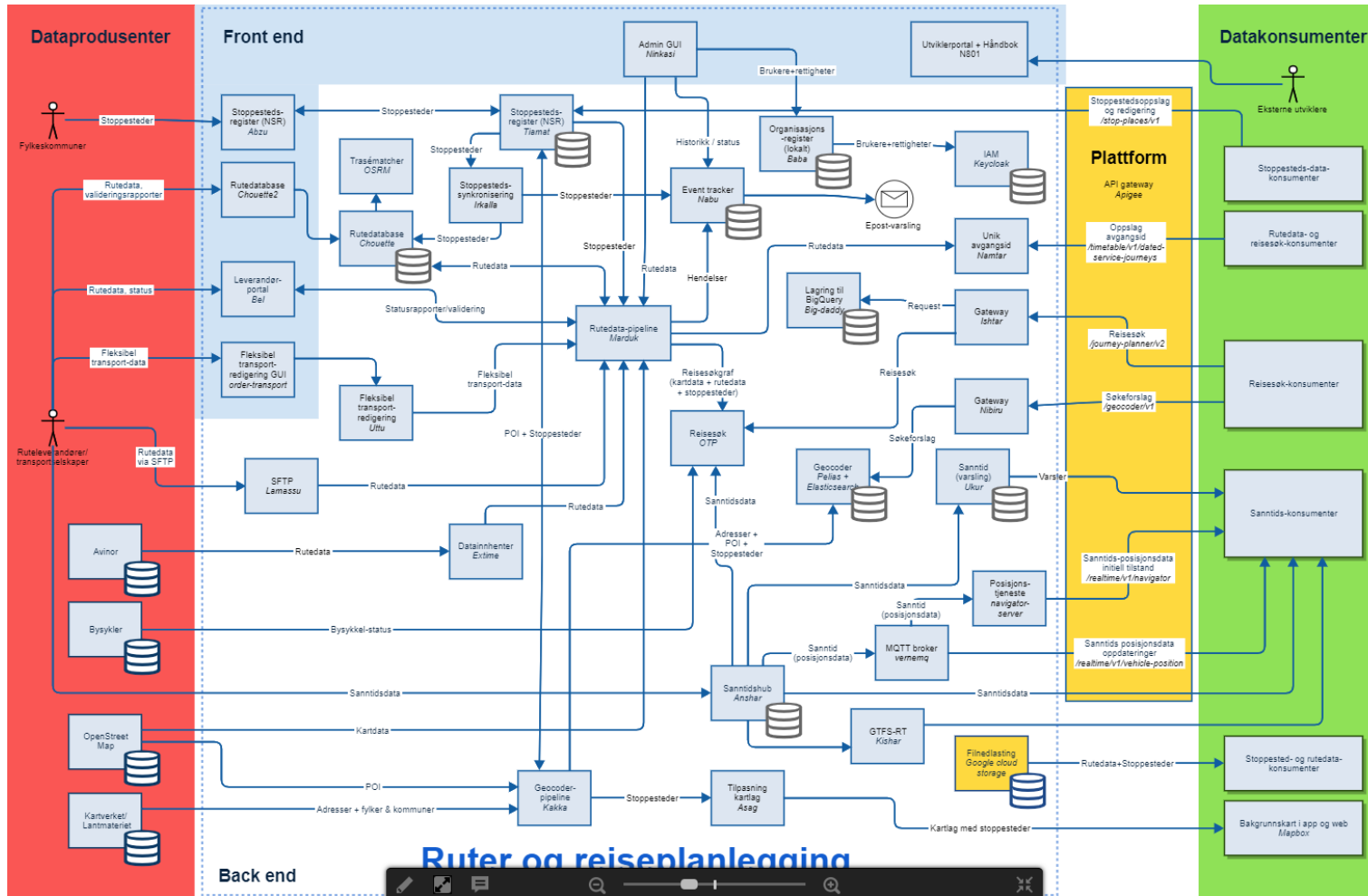
*) Jos pysäkki on irti geometriasta, sen Link-ID, M-arvo ja vaikutussuunta ovat null.

***) Niitä pysäkkejä, joiden voimassaolo on lakannut, ei enää korjata takaisin linkkigeometriaan geometrian päivittyessä.

Ominaisuustieto	Tietotyyppi	Selite	Koodiarvot
Aikataulu	Koodiarvo	Paperinen, pysäkin seinään tai tolppaan aikataulukehikkoon kiinnitetty aikataulu, joka sisältää tiedot pysäkillä liikennöivien reittien lähtöajoista sekä mahdollisesti myös pysäkkikohtaisista ohitusajoista.	1 Ei 2 Kyllä 99 Ei tietoa
Katos	Koodiarvo	Pysäkkialueella sijaitseva, joukkoliikennevälinettä odottaville matkustajille tarkoitettu säältä suojaava katos.	1 Ei 2 Kyllä 99 Ei tietoa
Mainoskatos	Koodiarvo	Pysäkkialueella sijaitseva, joukkoliikennevälinettä odottaville matkustajille tarkoitettu säältä suojaava katos, joka sisältää mainoksia. Pysäkin kunnossapidosta vastaa tällöin mainosten ylläpitäjä.	1 Ei 2 Kyllä 99 Ei tietoa
Penkki	Koodiarvo	Pysäkkialueella sijaitseva, joukkoliikennettä odottavilla matkustajille tarkoitettu penkki, joka sijaitsee yleisimmin pysäkkikatoksen alla.	1 Ei 2 Kyllä 99 Ei tietoa
Sähköinen aikataulunäyttö	Koodiarvo	Pysäkkialueelta löytyvä sähköinen aikataulunäyttö, joka tuottaa reaaliaikaisen informaation pysäkillä kulkevasta liikenteestä.	1 Ei 2 Kyllä 99 Ei tietoa
Valaistus	Koodiarvo	Pysäkin valaistuksella tarkoitetaan yleisimmin pysäkin kattoon upotettuja valoelementtejä, jotka tuottavat valaistuksen pysäkkikatoksen sisälle.	1 Ei 2 Kyllä 9 9 Ei tietoa
Esteettömyys liikunta-rajotteiselle	Tekstikenttä	Pysäkki on esteetön, mikäli se mahdollistaa itsenäisen, esteettömän matkustamisen ja odottelun myös erityisryhmille, esim. pyörätuolilla liikkuville. Pysäkin esteettömyyteen vaikuttavat pysäkki- ja laiturirakenteiden, asema- ja terminaalirakenteiden sekä aikatauluinformaation esteettömyys.	
Saattomahdollisuus henkilöautolla	Koodiarvo	Ilmaisee, mikäli (valtatien varrella olevaa) pysäkkiä varten on rakennettu erillinen matkustajien nouto/saatto-alue.	1 Ei 2 Kyllä 9 9 Ei tietoa
Liityntäpysäköintipaikkojen määrä	Merkkijono	Pysäkin yhteydessä olevien liityntäpysäköintipaikkojen määrä.	
Liityntäpysäköinnin lisätiedot	Merkkijono	Vapaa tekstikenttä liityntäpysäköinnin lisätiedoille.	
Pysäkin omistaja	Merkkijono	Pysäkin omistaja voi olla joku muu kuin tiedon ylläpitäjä.	

Palauteosoite	Merkkijono	Osoite, johon pysäkistä voi laittaa palautetta. Esimerkiksi sähköposti-osoite.	
Lisätiedot	Tekstikenttä	Julkiset kommentit.	

Liite 6: Norjan matkatietojärjestelmän arkkitehtuuri



Norjan matkatietoinfrastrukturin arkkitehtuuri. Kuva: Tryti (2020), saatu lupa käyttöön.

Liite 7: Enturin tarjoamia elementtejä hyödynnettäväksi

Seuraavassa toistetaan sellaisenaan (englanniksi) Trytin (2019b) yhteenveto hyödynnettävästä Enturin tekemästä työstä, joka on siinä määrin yleispätevää, että sen voi siirtää helposti toiseen kontekstiin.

Transmodel Profiles

NeTEx:

Nordic NeTEx Profile: <https://enturas.atlassian.net/wiki/spaces/PUBLIC/pages/728891481/Nordic+NeTEx+Profile>

SIRI:

Norwegian SIRI Profile: <https://enturas.atlassian.net/wiki/spaces/PUBLIC/pages/637370420/Norwegian+SIRI+profile>

Components

Chouette:

Timetable database for importing, validating and harmonizing NeTEx timetable data. We are running our own modified fork of the old AFIMB-version. Its strength is the validation scheme for validating NeTEx data, however it is not a good solution for creating/editing data in the web-interface.

Backend: <https://github.com/entur/chouette>

Frontend: <https://github.com/entur/chouette2>

There is a completely new version of Chouette under development. This version is seemingly much better for creating/editing data, however lack support for Nordic NeTEx profile. Our long term goal is to migrate to this version.

<https://github.com/enroute-mobi/chouette-core>

StopPlaceRegister:

IFOPT based StopPlace Register which we use as a national StopPlace Register for all stops (all modalities) in Norway. This solution has a wide set of functionality with full NeTEx export, a Transmodel-based GraphQL API and an extensive React-based frontend for editing of data.

Backend: <https://github.com/entur/tiamat>

Frontend: <https://github.com/entur/abzu>

Real-time Proxy:

A real-time proxy for handling SIRI subscriptions towards external SIRI feeds. The proxy harmonize all feeds and also act as a feeder service for any party fetching SIRI data through Entur both as one national feed or as separate feeds pr. party. This component also incorporates an operations fronted for real-time metrics on incoming/outgoing SIRI messages and a validator service where incoming SIRI feeds are validated towards both the SIRI 2.0 xsd specification and the Norwegian SIRI Profile

<https://github.com/entur/anshar>

SIRI to GTFS-RT converter:

Even though our main focus is the SIRI realtime data we are working to supply nationwide realtime data in GTFS-RT as a supplement, specifically targeted to basic journey planner services such as Google maps, Apple Maps, Bing, Here etc.

<https://github.com/entur/kishar>

OpenTripPlanner:

You all know this solution well. We have a separate branch with our extensions on OTP 1.x. Main extensions are: NeTEx loading of static data, SIRI loading of dynamic data and Trans-model-based GraphQL API. We have spent the last year in developing OTP 2.0 where the main feature is replacing the transit router algorithm from A* -> Raptor. We hosted an OTP open day in April 2019 and a webinar last week which will give you all relevant details about this work with status and further roadmap.

OTP open day: <https://www.entur.org/otp-summit/>

OTP 2.0 webinar: <https://www.entur.org/otp-webinar-2019/>

FlexibleLine editor:

Due to the complexity of modelling flexible PT services in a harmonized way we have made a web-interface to do this. This solution enable creating flexible DRT-services and exporting this in a NeTEx file compliant with the Nordic NeTEx profile.

Backend: <https://github.com/entur/uttu>

Frontend: <https://github.com/entur/flexible-transport>

SIRI-SX generator:

Editor for creating SIRI-SX messages and connecting these messages to the correct level (Line, ServiceJourney or StopPlace/Quay) of a Public Transport offer provided as static data in NeTEx. This component is targeted towards smaller operator who don't find it relevant to invest in a full real-time system, however need to communicate deviation-messages to its users.

Frontend: <https://github.com/entur/deviation-messages>